Deutscher Bundestag
13. Wahlperiode

Drucksache 13/11447

28. 09. 98

Bericht

des Ausschusses für Bildung, Wissenschaft, Forschung, Technologie und Technikfolgenabschätzung (19. Ausschuß) gemäß § 56a der Geschäftsordnung

Technikfolgenabschätzung

hier: „Entwicklung und Analyse von Optionen zur Entlastung des Verkehrsnetzes und zur Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger"

Inhalt

Seite

Einleitende Stellungnahme des Ausschusses

Der Erhalt von Mobilität einerseits und die gleichzeitige Verringerung verkehrsbedingter Umweltbelastungen andererseits sind zentrale Aufgaben für eine zukunftsgerichtete Verkehrspolitik. Angesichts der zunehmenden Dichte im Straßenverkehr werden Strategien erforderlich, die das Verkehrsnetz spürbar entlasten und eine Verlagerung des Straßenverkehrs auf umweltfreundlichere Verkehrsträger bewirken.

Angesichts dieser Problematik hat der Ausschuß für Forschung, Technologie und Technikfolgenabschätzung des 12. Deutschen Bundestages im März 1993 das Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) mit der Durchführung einer Untersuchung zur Wirksamkeit und zu den Realisierungsbedingungen und Folgen von Maßnahmen und Techniken zur Entlastung des Verkehrsnetzes und zur Verlagerung des Straßenverkehrs auf umweltfreundlichere Verkehrsträger beauftragt.

Auf der Grundlage einer ausführlichen Problemanalyse entwickelte das TAB ein Untersuchungskonzept, das der Ausschuß im Herbst 1994 gebilligt hat. Nach der Konstituierung des 13. Deutschen Bundestages wurde das Untersuchungskonzept noch einmal diskutiert und mit Zustimmung der Berichterstatter für die Technikfolgenabschätzung unter besonderer Berücksichtigung der Frage nach der parlamentarischen Relevanz der geplanten Studie in mehreren Punkten modifiziert. Ab Mitte des Jahres 1995 erfolgte die Vergabe von Aufträgen an externe Gutachter; die letzten Aufträge wurden Ende 1996 erteilt. Bis Anfang 1998 lagen dem TAB alle Gutachten vor.

Zu den grundlegenden Ausgangsannahmen des vorliegenden Berichts gehört, daß die angestrebten Entlastungen des Verkehrsnetzes und Verlagerungen von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger weder mit Einschränkungen der Mobilität noch mit nennenswerten Abstrichen bei den heute üblichen Qualitätsstandards der Reise bzw. des Transports verbunden sein sollen.

Der Schwerpunkt des Berichts liegt auf der Analyse der Durchführbarkeit, der Wirksamkeit und der Folgen ausgewählter Maßnahmen zur Entlastung des Verkehrsnetzes und zur Verlagerung des Straßenverkehrs auf umweltfreundlichere Verkehrsträger als verkehrspolitische Zielstellungen.

Die Untersuchung knüpft an grundlegende Arbeiten der letzten Jahre zu den Problemen des Verkehrs und zu möglichen Problemlösungen an, darunter an

- den zweiten Bericht der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre" des 12. Deutschen Bundestages,
- das Strategiepapier des Bundesverkehrsministeriums „Telematik im Verkehr" und den Bericht zur Umsetzung dieses Papiers,
- den Bericht der Bundesregierung „Auf dem Wege zu einer nachhaltigen Entwicklung in Deutschland",
- das Forschungsprogramm der Bundesregierung „Mobilität – Eckwerte einer zukunftsorientierten Mobilitätsforschungspolitik".

Die Autoren vertreten die Auffassung, daß die angestrebten verkehrspolitischen Ziele nur durch abgestimmte Maßnahmenbündel erreicht werden können. Daher werden im Bericht folgende drei Maßnahmenbündel – auch als „Optionen" bezeichnet – auf ihre Wirksamkeit, Realisierungsbedingungen und möglichen Folgen eingehend untersucht:

- Einsatz von IuK-Techniken zur Verbesserung der Verkehrsinformation und zur Verkehrslenkung auf der Grundlage der vorliegenden ordnungsrechtlichen Regelungen,
- Einsatz von IuK-Techniken zum Verkehrsmanagement im Personen- und Güterstraßenverkehr zusammen mit dem Einsatz verschiedener preislicher Maßnahmen,
- Attraktivitätssteigerung im ÖPNV.

Die Autoren betonen, daß diese Optionen nicht als sich gegenseitig ausschließende Alternativen zu interpretieren seien. Ihr Sinn bestehe darin, durch Schwerpunktlegung auf sehr unterschiedliche Typen von Instrumenten bzw. Maßnahmen die Wirksamkeit der betrachteten Maßnahmenbündel im Hinblick auf die Ziele der Verkehrsentlastung und Verkehrsverlagerung und auf die mit dem Einsatz der Maßnahmen potentiell verbundenen Umsetzungsprobleme und Folgen besonders deutlich darstellen zu können. Konkrete verkehrspolitische Strategien dürften eher auf eine Verknüpfung von Elementen aller drei Optionen – und darüber hinaus möglicherweise weiterer Maßnahmen – hinauslaufen.

Der Bericht hebt hervor, daß die Optionen bzw. einzelnen Elemente der Optionen keinesfalls als verkehrspolitische Handlungsempfehlungen aufzufassen wären. Insbesondere gelte dies für die Option „Preisliche Maßnahmen im Straßenverkehr". Die zu dieser Option auf der Basis verschiedener Preisszenarien durchgeführten Modellrechnungen dienten dazu, die betroffenen Gruppen einzugrenzen und den Grad der Betroffenheit von den ausgewählten Maßnahmen sowie die Reaktionsmöglichkeiten auf diese Maßnahmen abzuschätzen. Erst wenn die Ergebnisse solcher Analysen vorlägen, könne und müsse auf politischer Ebene über die Zumutbarkeit und die politische Durchsetzbarkeit der Maßnahmen bzw. Maßnahmenbündel diskutiert werden.

Einen weiteren bedeutenden Untersuchungsschwerpunkt des Berichts stellen die modernen IuK-Techniken und die damit verbundenen neuen verkehrspoli-

tischen Gestaltungsmöglichkeiten dar. Hierzu gibt der Bericht einen ausgezeichneten Überblick und eine ausführliche Diskussion zum Stand der Entwicklung.

Die Autoren kommen in dem Bericht unter anderem zu den Ergebnissen, daß

- die anhaltende Dynamik der Entwicklung des Verkehrsaufkommens und der Verkehrsleistung sowie die damit einhergehende Belastung der Umwelt notwendige und dringende gegensteuernde Maßnahmen erforderten,
- entgegen häufig geäußerter gegenteiliger Einschätzungen, im Schienenpersonenfernverkehr bereits durch kurzfristig realisierbare technische und organisatorische Maßnahmen erhebliche Kapazitätsreserven bereitgestellt werden könnten,
- eine Verminderung der Fahrleistung zur Entlastung des Verkehrsnetzes nicht notwendigerweise mit einer Reduktion der Verkehrsleistung und einer Einschränkung der Mobilität von Personen und Gütern verbunden sein muß,
- eine Entlastung des Verkehrsnetzes primär durch Effizienzsteigerungen erreicht werden könne, aber auch durch Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger und Vermeidung von Verkehrsleistung.

Der Deutsche Bundestag erhält mit diesem Bericht eine ebenso umfassende wie gründliche Untersuchung und eine ausgezeichnete Arbeitsunterlage für die zukünftigen Beratungen der Fachausschüsse, die sich mit der Entlastung des Verkehrsnetzes und der Verlagerung des Straßenverkehrs auf umweltfreundlichere Verkehrsträger befassen.

Bonn, den 17. Juni 1998

Der Ausschuß für Bildung, Wissenschaft, Forschung, Technologie und Technikfolgenabschätzung

Doris Odendahl
Vorsitzende

Ulla Burchardt
Berichterstatterin

Wolfgang Bierstedt
Berichterstatter

Dr. Karlheinz Guttmacher
Berichterstatter

Josef Hollerith
Berichterstatter

Dr. Manuel Kiper
Berichterstatter

Thomas Rachel
Berichterstatter

Zusammenfassung

Der Ausschuß für Forschung, Technologie und Technikfolgenabschätzung des 12. Deutschen Bundestages beauftragte das TAB im März 1993 mit der Durchführung eines TA-Projekts zur Wirksamkeit und zu den Realisierungsbedingungen und Folgen von Maßnahmen und Techniken zur **Entlastung des Verkehrsnetzes** und zur **Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger.** Auf der Grundlage einer ausführlichen Problemanalyse entwickelte das TAB ein Untersuchungskonzept für diese Thematik, das im Herbst 1994 vom Ausschuß gebilligt wurde. Nach der Konstituierung des 13. Deutschen Bundestages wurde das Untersuchungskonzept auf Wunsch einiger Abgeordneter erneut zur Diskussion gestellt, wobei die Frage der parlamentarischen Relevanz der geplanten Studie im Vordergrund stand. Als Ergebnis dieser Diskussion und mit Zustimmung der parlamentarischen Berichterstatter für das TAB wurde das Untersuchungskonzept von den Projektbearbeitern des TAB in mehreren Punkten modifiziert. Ab Mitte 1995 erfolgte die Vergabe von Aufträgen an externe Gutachter; die letzten Aufträge wurden Ende 1996 erteilt. Bis Anfang 1998 lagen dem TAB alle Gutachten vor.

Es ist unstrittig, daß ein funktionierendes Verkehrssystem eine entscheidende Voraussetzung für die Funktions- und Leistungsfähigkeit hochentwickelter Gesellschaften ist. Andererseits kann aber auch nicht bestritten werden, daß die negativen Folgen des Verkehrs – etwa in Form von Luftverschmutzung, Lärmbelästigung, Unfällen und Effizienzverlusten durch Staus und Engpässe – begrenzende Faktoren der gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Entwicklung darstellen. Angesichts der anhaltenden Dynamik des Wachstums von Verkehrsaufkommen und Verkehrsleistung – insbesondere im Bereich des Straßenverkehrs – gewinnen die in diesem TA-Projekt im Vordergrund stehenden Ziele der Entlastung des Verkehrsnetzes und der Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger zunehmend an Bedeutung und an Akzeptanz. Diese Ziele sind auch wesentliche Bestandteile des verkehrspolitischen Konzepts der Bundesregierung.

Während auf der Zielebene konkrete Vorstellungen für die zukünftige Gestaltung der Verkehrspolitik vorliegen, besteht auf der Strategie- und Maßnahmenebene weit weniger Klarheit. In den letzten Jahren sind verschiedene grundlegende Arbeiten zu den Problemen des Verkehrs und zu möglichen Lösungen für diese Probleme vorgelegt worden. Diese enthalten eine Fülle von Handlungsempfehlungen, deren Realisierungsbedingungen und Folgewirkungen jedoch in der Regel nicht näher betrachtet werden. Der Schwerpunkt des TAB-Projekts liegt daher auf der Analyse der Durchführbarkeit, der Wirksamkeit und der Folgen ausgewählter Maßnahmen zur Erreichung bestimmter verkehrspolitischer Ziele. In diesem Sinne versteht sich das TAB-Projekt als Fortführung und Konkretisierung vorliegender Untersuchungen.

Zu den zentralen Ausgangsannahmen des TAB-Projekts gehört, daß die angestrebten Entlastungen des Verkehrsnetzes und Verlagerungen von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger weder mit Einschränkungen der Mobilität noch mit nennenswerten Abstrichen bei den heute üblichen Qualitätsstandards der Reise bzw. des Transports verbunden sein sollen. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, andere Formen der Mobilität als die heute vorwiegend ausgeübte „Automobilität" weiter zu entwickeln. Auch benötigen die mehr als zwanzig Millionen Erwachsenen, die nicht über einen Pkw verfügen, ein möglichst attraktives Angebot an öffentlichen Verkehrsmitteln.

Sowohl theoretische Analysen als auch Erfahrungen aus der verkehrspolitischen Praxis zeigen, daß Versuche, die Verkehrsnachfrage durch Einzelmaßnahmen wirksam zu beeinflussen, wenig erfolgversprechend sind. Im TAB-Projekt wird daher davon ausgegangen, daß die angestrebten Ziele der Entlastung des Verkehrsnetzes und der Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger nur durch – möglichst abgestimmte – Maßnahmenbündel erreicht werden können. Auf der Basis von bereits vorliegenden umfangreichen Studien (etwa der Enquete-Kommissionen „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" und „Schutz der Erdatmosphäre" oder des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen) zur zukünftigen Entwicklung des Verkehrs und zu den damit verbundenen Umweltproblemen, zu den zur Verfügung stehenden Instrumenten der Verkehrspolitik sowie zu den sich durch neue IuK-Techniken ergebenden verkehrspolitischen Gestaltungsmöglichkeiten sowie von neu in Auftrag gegebenen Gutachten hat das TAB drei Optionen auf ihre Wirksamkeit, Realisierungsbedingungen und möglichen Folgen untersucht:

1. Einsatz von IuK-Techniken zur Verbesserung der Verkehrsinformation und zur Verkehrslenkung auf der Grundlage der vorliegenden ordnungsrechtlichen Regelungen (kurz: Verbesserung der Verkehrsinformation)
2. Einsatz von IuK-Techniken zum Verkehrsmanagement im Personen- und Güterstraßenverkehr zusammen mit dem Einsatz verschiedener preislicher Maßnahmen (kurz: Preisliche Maßnahmen im Straßenverkehr)
3. Attraktivitätssteigerung im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV)

Zur inhaltlichen Fundierung der Optionen werden in den einleitenden Kapiteln zunächst einzelne Aspekte des Verkehrssystems dargestellt und untersucht. In Kapitel II „Ausgangspunkt: Bedeutung und Proble-

me des Verkehrssystems" wird anhand von Ergebnissen aus Analysen und Prognosen zur anhaltenden Dynamik der Entwicklung des Verkehrsaufkommens und der Verkehrsleistung sowie zu den Dimensionen der Umweltbelastung durch den Verkehr die Notwendigkeit und Dringlichkeit gegensteuernder Maßnahmen deutlich gemacht. Es wird nachgewiesen, daß bei einem Emissionsvergleich der schienengebundene öffentliche (Personen-)Verkehr gegenüber dem motorisierten Individualverkehr in der Regel deutlich besser abschneidet. Schließlich belegt eine gemeinsam vom TAB und dem Deutschen Verkehrsforum in Auftrag gegebene Untersuchung zu den Kapazitätsreserven der Bahn im Schienenpersonenfernverkehr, daß dort entgegen häufig geäußerter gegenteiliger Einschätzungen bereits durch kurzfristig realisierbare technische und organisatorische Maßnahmen erhebliche Kapazitätsreserven bereitgestellt werden können. Diese Untersuchung ergänzt eine Studie zu den Kapazitäten der Schieneninfrastruktur im Güterverkehr aus dem Jahre 1996, in der nachgewiesen wird, daß auch im Güterverkehr noch erhebliche Kapazitätsreserven bestehen.

Welche verkehrspolitischen Instrumente bzw. Maßnahmen (als konkrete Ausgestaltungen von Instrumenten) grundsätzlich in Betracht kommen, um Entlastungen des Verkehrsnetzes und Verlagerungen von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger zu bewirken, wird im Kapitel III „Instrumente der Verkehrspolitik" erläutert. Es werden grundsätzliche Aspekte der Anwendbarkeit und Wirksamkeit von sieben Typen verkehrspolitischer Instrumente diskutiert: informatorische Instrumente, organisatorische Instrumente, Instrumente der Selbstverpflichtung, ordnungsrechtliche Instrumente, preisliche Instrumente, Finanzierungsinstrumente und planerische Instrumente.

Auf die technischen und organisatorischen Konzepte für den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechniken im Verkehrsbereich wird im Kapitel IV „IuK-Techniken: Neue verkehrspolitische Gestaltungsmöglichkeiten" ausführlich eingegangen. Das Kapitel enthält neben einer Darstellung des Entwicklungsstandes ausgewählter Basistechniken einen breiten Überblick über Telematik-Anwendungen und -Dienste in verschiedenen Verkehrsbereichen und einen Bericht über die Erfahrungen aus deutschen Telematik-Pilotprojekten.

Die Analysen in den Kapiteln III und IV bilden eine wichtige Grundlage für die Gestaltung der im abschließenden Kapitel V im Detail erörterten Maßnahmenbündel bzw. Optionen. Andererseits dürften die in den Kapiteln II bis IV behandelten Themen auch ohne Bezugnahme auf die Optionen von eigenständigem Interesse sein. Dies gilt in besonderem Maße für die Analysen zu den Kapazitätsreserven der Bahn und zur Telematik im Verkehr.

Option „Verbesserung der Verkehrsinformation"

Im Mittelpunkt der ersten Option „Verbesserung der Verkehrsinformation" stehen bereits konzipierte Einsatzmöglichkeiten der neuen Informations- und Kommunikationstechniken im Verkehrsbereich, denen – nicht zuletzt auch in den grundsätzlichen verkehrspolitischen Äußerungen der Bundesregierung, etwa im Strategiepapier „Telematik im Verkehr" – die Rolle eines zukunftsweisenden Problemlösers zur Umsetzung der verkehrspolitischen Zielvorstellungen zugewiesen wird. Es werden Möglichkeiten untersucht, vorliegende Konzepte des Einsatzes von IuK-Techniken im Verkehrsbereich so zu gestalten, daß sie nicht allein zu einer optimalen Verflüssigung des Straßenverkehrs, sondern auch zu einer Verringerung des Verkehrsaufkommens und zu einer Verlagerung des Straßenverkehrs auf umweltfreundlichere Verkehrsträger beitragen können. Hierzu wird auf die bereits gewonnenen Erfahrungen ausgewählter Pilotprojekte deutschen Städten Bezug genommen.

Trotz erheblicher Einschränkungen bezüglich der Repräsentativität der gewonnenen Daten gestatten die zusammengestellten Erfahrungen mit dem Einsatz von IuK-Techniken erste Aussagen zur technischen Einsatzbereitschaft dieser Systeme, zu ihrer Wirksamkeit im Hinblick auf die Entlastung des Verkehrsnetzes und die Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger sowie zu geeigneten Organisationsformen des Einsatzes der neuen Techniken.

Eine Abschätzung zur Verlagerung von Fahrten des motorisierten Individualverkehrs auf den öffentlichen Verkehr aufgrund des Einsatzes von Telematikdiensten, die im Rahmen von Szenarienuntersuchungen im Projekt STORM durchgeführt wurde, ergab sehr geringe Verlagerungswerte von unter 2 %. Vergleichbare Analysen, die im Rahmen anderer Forschungsprojekte durchgeführt wurden, kommen zu Werten in ähnlicher Höhe. Auch dort wurden Verlagerungswerte von wenigen Prozent ermittelt. Es ist zu vermuten, daß auch bei Berücksichtigung von Synergieeffekten infolge der Umsetzung weiterer Maßnahmen eine ausschließlich auf verbesserte Informationsbereitstellung gegründete Strategie keinen Verlagerungswert erreichen kann, der angesichts der anhaltend hohen Zuwachsraten des motorisierten Individualverkehrs für einen umweltverträglicheren Verkehr ausreichend ist.

Bedeutender als die Verlagerung von Straßenverkehr auf öffentliche Verkehrsträger ist der Beitrag von Telematikdiensten zur Verflüssigung des Verkehrs und damit zur Entlastung des Straßennetzes. Dies drückt sich z. B. in den im Rahmen der Pilotprojekte empirisch erhobenen oder durch Simulationsrechnungen ermittelten deutlichen Reisezeitgewinnen – sowohl für mit individuellen dynamischen Zielführungssystemen ausgerüstete Fahrzeuge als auch für nicht ausgestattete Fahrzeuge – aus. Die Nutzung von individuellen dynamischen Zielführungssystemen führt zu einer Durchsatzsteigerung im Straßennetz. Der Telematik-Einsatz führt hier primär zu einer Kappung von Spitzenbelastungen, vor allem durch zeitliche und räumliche Verlagerung von Fahrten. Auswirkungen auf die Fahrleistungen lassen sich derzeit nur schwer quantifizieren.

Einen Schwerpunkt des Entwicklungsinteresses der Industrie bildet der Einsatz individueller Zielführungssysteme für den motorisierten Straßenverkehr.

Mit der Einführung solcher Systeme ist eine Reihe von Problemen verbunden. Die politisch angestrebte möglichst weitgehende Dienstleistungsfreiheit privatwirtschaftlicher Telematikdienste im Bereich individueller Zielführungssysteme kann die verkehrspolitischen Konzeptionen der Gebietskörperschaften erheblich tangieren. Der erwartete Einsatz derartiger Systeme auch in Ballungsräumen ließ Befürchtungen laut werden, daß durch die Leitempfehlungen Verkehr nicht nur auf dem Vorrangstraßennetz geführt, sondern auch durch verkehrsberuhigte Wohngebiete geleitet wird. Dies würde die verkehrspolitischen Ziele vieler Kommunen in erheblichem Umfang berühren bzw. konterkarieren. Auch die kommunalen Spitzenverbände weisen auf den zunehmenden Zielkonflikt zwischen kommunalen Verkehrsplanungskonzepten und den erwarteten Auswirkungen der breiten Nutzung individueller dynamischer Zielführungssysteme hin. Vertragliche Vereinbarungen zum öffentlich-privaten Interessenausgleich werden daher als notwendig angesehen; um nicht nur die Nutzung öffentlicher Infrastruktur, sondern auch generell die Einsatzmodalitäten dynamischer Zielführungssysteme in Ballungsräumen zu regeln.

Der alleinige Einsatz von Telematikdiensten im System Straßenverkehr führt zu einer wachsenden Attraktivität des Individualverkehrs bzw. des Straßengüterverkehrs. Dazu im Wettbewerb stehende Systeme des öffentlichen Verkehrs, die für die meisten Verkehrszwecke schon heute Nachteile aufweisen, werden weiter ins Hintertreffen geraten, wenn für sie nicht im gleichen oder stärkeren Maße Telematikanwendungen zur Attraktivitätssteigerung und Effizienzverbesserung entwickelt und eingeführt werden. Hier werden Bund, Länder und Gemeinden in Zukunft verstärkt gefordert sein, nicht zuletzt deshalb, um die Attraktivität der in der Hauptsache in ihrem Eigentum befindlichen Verkehrsunternehmen zu sichern und damit einen Beitrag zu ihrer Wirtschaftlichkeit und zu den Leistungsangeboten umweltfreundlicherer Verkehrsträger zu leisten.

Innerhalb der Diskussion um die Anwendung von IuK-Techniken im Verkehr findet sich immer wieder die Forderung bzw. der Wunsch, daß diese alle Verkehrsträger integrieren und intelligent miteinander verknüpfen sollen. IuK-Techniken können den Systemnachteil sog. gebrochener Verkehre durch verbesserte Informationsbereitstellung relativieren oder sogar beseitigen. Da Organisationsstrukturen für intermodale Verkehre oder ein integriertes Gesamtverkehrssystem erst in ihren Anfängen existieren, besteht jedoch die Gefahr, daß die Entwicklung und Anwendung der neuen Techniken nicht im notwendigen Umfang verkehrsträgerübergreifend gestaltet wird. Um dies zu verhindern, ist als erster Schritt die Organisation eines verkehrsträgerübergreifenden Datenmanagements zu realisieren.

Die durch die neuen IuK-Techniken gebotenen technischen Möglichkeiten würden es gestatten, neue Verkehrsmanagementstrategien zu realisieren, die auch neue Instrumente zur Entlastung des Verkehrsnetzes und zur Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger umsetzbar machen. Die Umsetzungsmöglichkeiten von Verkehrsmanagementstrategien sind eng mit deren beabsichtigter Lenkungsintensität gekoppelt. Während allein informationsorientierte Strategien als weitgehend politisch durchsetzbar anzusehen sind, ist die Durchsetzbarkeit von Systemen mit Eingriffsabsichten zu Lenkungszwecken als erheblich schwieriger einzuschätzen. Untersuchungen, die zur Einschätzung gelangen, daß sich die vorfindbaren Interessenstrukturen und die institutionellen Bedingungen des kooperativen Föderalismus zusammen mit den stark zersplitterten Zuständigkeiten in der Bundesrepublik mindernd auf die Problemlösungskapazität von Verkehrstelematik-Systemen auswirken, verkennen jedoch die dem Bundesgesetzgeber im Rahmen der „ausschließlichen" und der „konkurrierenden" Gesetzgebung sowie mit dem Erlaß von „Rahmenvorschriften" gegebenen Möglichkeiten.

Option „Preisliche Maßnahmen im Straßenverkehr"

Mit den bisherigen Steuer- und Abgabemodellen standen nur relativ allgemein und pauschal einsetzbare preispolitische Instrumente zur Verfügung. Moderne IuK-Techniken bieten ganz neue Möglichkeiten, preisliche Maßnahmen gezielt zur Verkehrslenkung einzusetzen. Dagegen werden jedoch erhebliche Einwände erhoben. Ein Haupteinwand betrifft die Effizienz der Lenkungswirkung, insbesondere angesichts der mit dem Einsatz dieser Maßnahmen verbundenen Kosten. Ein weiterer Einwand bezieht sich auf die soziale Unausgewogenheit dieser Maßnahmen. Um die Wirksamkeit dieser Maßnahmen und ihre Folgen für Privathaushalte sowie Unternehmen und Selbständige besser beurteilen zu können, wurden durch das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung im Auftrag des TAB Modellrechnungen für den Straßenpersonenverkehr und den Straßengüterverkehr durchgeführt.

Die Modellrechnungen zum Privatverkehr weisen erhebliche Auswirkungen preislicher Maßnahmen auf das Verkehrsaufkommen nach. In den dort zugrundegelegten „Preisszenarien" wurden vor allem die Instrumente der Straßenbenutzungsgebühren und der Mineralölsteuer berücksichtigt. Hinsichtlich der Höhe der Gebühren und Steuerbelastungen wurden für die einzelnen Szenarien Größenordnungen angenommen, die sich sowohl von der derzeitigen Situation als auch untereinander ausreichend deutlich unterscheiden, um zu gewährleisten, daß die Wirksamkeits- und Folgenanalysen nicht lediglich graduelle Fortschreibungen des Status-quo, sondern deutlich voneinander abgesetzte, unterschiedliche verkehrspolitische Konzeptionen quantitativ bewerten. Es ist jedoch ausdrücklich darauf hinzuweisen, daß die getroffenen Annahmen nicht den Charakter von politischen Handlungsempfehlungen besitzen. Ziel der Untersuchung war es vielmehr, von derartigen Maßnahmen besonders betroffene Gruppen zu identifizieren sowie den Grad der Betroffenheit und Reaktionsmöglichkeiten auf die Maßnahmen abzuschätzen. Auf der Grundlage dieser Analysen wäre dann über die Zumutbarkeit und die politische Durchsetzbarkeit dieser Maßnahmen bzw. Maßnahmenbündel zu diskutieren.

Die Untersuchungen zur verkehrlichen Wirksamkeit preislicher Maßnahmen im Personenstraßenverkehr zeigen, daß Maßnahmen, die im Sinne der analysierten Preisszenarien angelegt sind, verkehrliche Effizienz-, Verlagerungs- und Vermeidungsreaktionen der privaten Haushalte erwarten lassen. Ein wesentliches Merkmal der Preisszenarien ist der Ankündigungseffekt, der langfristige Verhaltensanpassungen an die veränderten Gegebenheiten ermöglichen soll. Die Szenarienmaßnahmen sind in einem Zeitraum von 15 Jahren umzusetzen, um genügend zeitlichen Spielraum für diese Anpassungen zur Verfügung zu haben.

Die erwarteten – und für die Wirkungen der Maßnahmen in den Preisszenarien unterstellten – Anpassungsreaktionen der privaten Haushalte bestehen dabei einmal in fahrzeugbezogenen Reaktionen, wie dem Kauf kleinerer Fahrzeuge und von Fahrzeugen mit neuen, sparsameren Motoren, sowie in verkehrsbezogenen Reaktionen, wie der Verlagerung von Pkw-Fahrten auf andere Verkehrsmittel, Vermeidung von Fahrten, veränderte Zielwahl und bessere Fahrzeugauslastung.

Je nach Szenario sind Fahrleistungsreduktionen des motorisierten Individualverkehrs zwischen 8,8 % und 25,6 % zu erwarten. Durch die bessere Auslastung der Fahrzeuge liegen die Verminderungen der Verkehrsleistung jedoch nur zwischen 5,7 % und 17,1 %. Die errechneten Fahrleistungsreduktionen müssen – da die privaten Haushalte sich langfristig an die veränderten Gegebenheiten anpassen können – nicht mit Mobilitätseinbußen verbunden sein. Besonders bemerkenswert ist die zu erwartende erhebliche Verminderung des Kraftstoffverbrauchs um 36,5 % bis 59,3 % und die damit verbundene Reduktion der CO2-Emissionen aus dem Verkehr in gleicher Größenordnung. Die ausgeprägtesten Verminderungen werden dabei bei einer drastischen Mineralölsteuererhöhung abgeschätzt. Bei Unternehmen und Selbständigen sind die Auswirkungen der zusätzliche Kostenbelastungen erheblich geringer als bei privaten Haushalten, da insbesondere bei Unternehmen Pkw-Fahrten in der Regel Vorleistungen im Rahmen der betrieblichen Leistungserstellung sind, deren Kosten nur geringe Bedeutung innerhalb des Produktionsprozesses haben. Ein gravierendes Problem ergibt sich bei starken Mineralölsteueranhebungen durch die Umgehungsmöglichkeiten (Tanken im Ausland) im Falle eines nationalen Alleingangs.

Wenn die unterstellten Anpassungsreaktionen der Privathaushalte im angenommenen Umfang eintreten würden, fielen die zu erwartenden Belastungen der Privathaushalte geringer aus, als es einfache Hochrechnungen zunächst vermuten lassen. Die der Untersuchung zugrunde gelegten preislichen Maßnahmen führen zu einer mittleren monatlichen Mehrbelastung von ca. 50 DM/Haushalt. Die Kosten je Pkw-km steigen dabei, bezogen auf den Wert von 1994, um Werte zwischen ca. 20 % und 48 %; die gesamten Verkehrsausgaben steigen um 8–12 %. Die zusätzliche Kostenbelastung des Pkw-Verkehrs durch die angenommenen preislichen Maßnahmen würde zu Mehreinnahmen von über 30 Mrd. DM jährlich führen.

Eine Analyse zu den Folgen preislicher Maßnahmen im motorisierten Individualverkehr in Abhängigkeit von der Einkommenshöhe zeigt, daß diese Maßnahmen sehr unterschiedliche Auswirkungen auf die finanzielle Situation der Haushalte mit Pkw haben würden. Etwa 10 % der Haushalte mit Pkw (2 Mio. Haushalte mit rund 5 Mio. Haushaltsangehörigen) würden durch die preislichen Maßnahmen in ihrer Automobilität erheblich eingeschränkt. Etwa 25 % der Haushalte mit Pkw könnten die zusätzlichen Belastungen grundsätzlich mit eigenen Mitteln ausgleichen, ihre Reaktionen auf die Verteuerungen würden allerdings relativ stark ausfallen. Für ca. 65 % der Haushalte mit Pkw würden die preislichen Maßnahmen zu nur geringen Auswirkungen auf die finanzielle Haushaltssituation führen.

Angesichts dieser Ergebnisse könnte ein Mindeststandard an notwendigen Verkehrsleistungen für die besonders betroffenen Einkommensgruppen durch entsprechende Kompensationsmaßnahmen sichergestellt werden. Die erforderlichen Mittel dürften aus den zusätzlichen Einnahmen zur Verfügung stehen. Solche Kompensationsmaßnahmen sollten allerdings vorrangig auf die Bereitstellung von im Hinblick auf Preisgestaltung, Zeitaufwand und Komfort attraktiveren Verkehrsalternativen im öffentlichen Verkehr ausgerichtet sein. Der Ausbau des öffentlichen Verkehrs besitzt darüber hinaus den Vorteil, daß er auch den Haushalten zugute kommt, die keinen Pkw besitzen. Es ist auf jeden Fall zu erwarten, daß preisliche Maßnahmen nur dann akzeptiert werden, wenn sie Mobilität erhalten und langfristig sicherstellen.

Die Modellrechnungen zu den Wirkungen preislicher Maßnahmen im Güterstraßenverkehr ergaben, daß auch bei recht drastischen Kostenerhöhungen um ca. 50 % im Straßengüterfernverkehr und bis zu 30 % im Nahverkehr die Lkw-Fahrleistung insgesamt nur um ca. 10 % verringert wird. Im Nahverkehr beträgt die Verringerung der Fahrleistung nur wenige Prozent, im Fernverkehr allerdings immerhin ca. 20 %. Während im Güternahverkehr wegen der begrenzten Ausweichmöglichkeiten nur geringe Chancen für weitere Fahrleistungsverringerungen bestehen, dürften sich im Güterfernverkehr weitere Reduktionen erreichen lassen, wenn weitergehende Angebotsverbesserungen auf seiten der Bahn sowie flankierende Maßnahmen, wie räumliche und zeitliche Fahrverbote und Überholverbote für Lkw, realisiert würden.

Hauptursache für die relativ geringe Wirksamkeit selbst drastischer Preiserhöhungen im Straßengüterverkehr ist die geringe Sensitivität der Produktpreise bezüglich der Veränderung von Transportpreisen. Die Anteile der Lkw-Transportkosten am Produktionswert der einzelnen Wirtschaftsbereiche liegen auch bei Berücksichtigung der indirekt enthaltenen Transporte durchweg unter 5 %, nur der Sektor „Gewinnung von Baustoffen" bildet mit ca. 11 % eine nennenswerte Ausnahme. Entsprechend sind die sektoralen Preiseffekte der untersuchten Lkw-Transportkostenerhöhungen insgesamt sehr gering, die durchschnittliche Verteuerung der Güter beträgt weniger als 1 %.

Durch die Einführung von Straßenbenutzungsgebühren, flankiert durch eine stetige Anhebung der Mineralölsteuer, ließen sich im Bereich des Güterfernverkehrs wirksame Anreize zur Entlastung des Verkehrsnetzes und zur Verlagerung von Güterstraßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger setzen, ohne daß damit eine wesentliche Erhöhung der Güterpreise verbunden wäre. Die für die Erhebung von Straßenbenutzungsgebühren erforderlichen technischen Einrichtungen sind erprobt und stehen zur Verfügung. Um Ausweichverkehr zu vermeiden, müßten diese Gebühren auch auf ausgewählten Bundesfernstraßen eingeführt werden.

Option „Attraktivitätssteigerung im Öffentlichen Personennahverkehr"

Die Untersuchungen des TAB machen deutlich, daß ein gut organisierter und attraktiver ÖPNV viel zur Verbesserung der Verkehrssituation in Ballungsräumen beitragen kann. Einige Erfolgsmodelle, etwa das Verkehrskonzept der Stadt Zürich, sind das Ergebnis einer konsequenten Anwendung ordnungsrechtlicher Maßnahmen. Besondere Attraktivität erhalten die ÖPNV-Modelle, wenn sie, wie in Zürich geschehen, mit neuen Organisationskonzepten zur Nutzung individueller Verkehrsmittel, z. B. Carsharing, verknüpft werden.

Daß auch eine überzeugende Angebotspolitik im Bereich des ÖPNV erfolgreich sein kann, zeigt die Fallstudie zum „Karlsruher Modell". Dessen Erfolg war das Ergebnis einer Vielzahl abgestimmter Maßnahmen, wie der Verbund aller öffentlichen Verkehrsmittel im Einzugsbereich von Karlsruhe, die Abstimmung der Fahrpläne der einzelnen Verkehrsträger im Rahmen eines koordinierten Taktverkehrs, eine einheitliche, übersichtliche und attraktive Tarifstruktur, der Einsatz moderner Fahrzeuge und die umfassende Information der Bevölkerung über den Verkehrsverbund. Auch führt die Beteiligung der Gebietskörperschaften an dem Betriebskostendefizit zu der positiven Reaktion, daß das öffentliche Verkehrssystem in die örtlichen Planungs- und Finanzierungsüberlegungen einbezogen wird. Die unabhängig von der Einführung des „Karlsruher Modells", jedoch in etwa gleichzeitig damit ergriffenen ordnungsrechtlichen und preislichen Maßnahmen, wie z. B. die Beschränkung und Verteuerung des Parkraums, haben sicherlich flankierend zum erzielten Effekt beigetragen.

Die Anzahl der mit dem ÖPNV im untersuchten Nahverkehrskorridor von Karlsruhe nach Bretten zurückgelegten Wege stieg signifikant um 50 %, bei einer Zunahme der Gesamtzahl der Wege um ca. 2,5 %, während die Zahl der Pkw-Fahrten leicht abgenommen hat. Besonders überraschend war die große Nachfrage an Wochenenden, die nachträglich zusätzliche Verbindungen notwendig machte, ein Hinweis dafür, daß der ÖPNV auch eine Rolle als attraktives Transportmittel für den immer bedeutender werdenden Freizeitbereich spielen kann. Eine Verlagerung von motorisiertem Individualverkehr zum ÖPNV hat jedoch nur in begrenztem Umfang stattgefunden. Abschätzungen ergaben, daß mit ca. 2000 verlagerten Pkw-Fahrten/Werktag im Korridor eine Verlagerung des Pkw-Verkehrs von ca. 5 % erreicht wurde. Deutlicher als bei der Anzahl der verlagerten Fahrten wird die verkehrliche Wirkung – und damit auch die Auswirkung auf die Umwelt – der erreichten Verlagerung bei Betrachtung der auf den ÖPNV verlagerten Fahr- bzw. Verkehrsleistung. Insgesamt wurden knapp 10 % der im Korridor erbrachten Gesamtfahrleistung von ca. 460000 Pkw-km/Tag vom motorisierten Individualverkehr auf den ÖPNV verlagert. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, daß relativ lange Wege auf die Stadtbahn verlagert wurden. Die Verkehrsleistung im motorisierten Individualverkehr nahm von ca. 570000 auf ca. 510000 Pkm/Tag ab. Es hat sich auch bestätigt, daß ein Teil der Verlagerung zum ÖPNV auf Kosten des Fußgänger- und des Fahrradverkehrs geht.

Attraktive Nahverkehrskonzepte induzieren jedoch auch Neuverkehr. Die Erhebungen auf der hier betrachteten Referenzstrecke ergaben Werte von ca. 11 %, wobei über die Hälfte der Fahrtzwecke des Neuverkehrs zur Sparte „Arbeit und Ausbildung" gehört; der Rest ist im wesentlichen Freizeit- und Einkaufsverkehr.

Die erreichte Verlagerung von Straßenverkehr auf den ÖPNV hat zu beträchtlichen Emissionsminderungen geführt. Noch erheblicher ist die Verbesserung der Immissionssituation im betrachteten Korridor, da die entstehenden Emissionen bei der Stromerzeugung für den Stadtbahnbetrieb aus hohen Kraftwerkschornsteinen erfolgen und somit nur geringfügig zu Immissionen in den Lebensräumen der Menschen beitragen. Insbesondere die zum immissionsbedingten kanzerogenen Risiko beitragenden Stoffe Dieselruß, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe und Benzol werden bei der Stromerzeugung nicht oder nur in vergleichsweise geringen Mengen freigesetzt. Ein weiterer bedeutender Umweltvorteil besteht darin, daß die Stadtbahn eine achsenorientierte Siedlungsentwicklung unterstützt, die mit geringerem Landverbrauch und erheblich geringeren Zerschneidungseffekten von Landschaften verbunden ist als die durch den motorisierten Individualverkehr begünstigte und disperse Siedlungsentwicklung.

Auch bezüglich seiner Kostendeckung ist das „Karlsruher Modell" als Erfolg anzusehen, da mit über 80 % ein für den ÖPNV überdurchschnittlicher Kostendeckungsgrad für die Betriebskosten erreicht wurde. Der Fehlbetrag je Fahrgast beträgt nur etwa ein Drittel des Durchschnitts der Unternehmen des öffentlichen Verkehrs. Eine besondere Rolle hat dabei jedoch die Tatsache gespielt, daß der Betreiber für die Nutzung der Bahnstrecke nicht den von der Deutschen Bahn AG zu erhebenden Trassenpreis zahlt, sondern die gesamte Strecke gepachtet hat, was mit erheblich günstigeren Kosten verbunden ist.

Die Fallstudie gibt eine Reihe von Hinweisen zur Verbesserung der politisch-rechtlichen Rahmenbedingungen, um attraktive ÖPNV-Modelle langfristig zu sichern:

- Berücksichtigung der Anforderungen einer ÖPNV-gerechten Erschließung in der verbindlichen Bauleitplanung durch entsprechende Novellierung des Baugesetzbuches (BauGB);
- Verpflichtung zur Beachtung der geltenden Nahverkehrspläne in der verbindlichen Bauleitplanung durch entsprechende Novellierung des BauGB;
- stärkere Berücksichtigung des motorisierten Individualverkehrs in den Nahverkehrsplänen bzw. Schaffung eines Gesamtverkehrsplans als institutionalisiertes Instrument;
- Erhöhung der Bindungswirkung des Nahverkehrsplans in Richtung auf die Gesamtplanung;
- einheitliche Regelungen für die Erstellung von Nahverkehrsplänen für Regionen mit Verkehrsverbünden, die über die Grenzen eines Bundeslandes hinausgehen;
- Verbesserung der Kontrolle hinsichtlich Konsistenz und Zielkonfliktfreiheit der verschiedenen Planungen auf den höheren Planungsebenen.

Die vom TAB entwickelten Optionen orientieren sich primär an (jeweils unterschiedlichen) „initiierenden" Maßnahmen, von denen eine unmittelbare verkehrliche Wirksamkeit sowie direkter Einfluß auf verkehrsbezogene Entscheidungen von Unternehmen und Personen im Hinblick auf die angestrebten Ziele erwartet werden. Da den Ausgangsannahmen der Studie entsprechend die zu untersuchenden Maßnahmen weder mit Einschränkungen der Mobilität noch mit nennenswerten Abstrichen bei den heute üblichen Qualitätsstandards der Reise bzw. des Transports verbunden sein sollen, sind über die initiierenden Maßnahmen hinaus jeweils auch „flankierende" Maßnahmen zu berücksichtigen, um Mobilität grundsätzlich sicherzustellen und auch langfristig zu erhalten. Dies bedeutet z. B., daß der Einsatz preislicher Maßnahmen zur Beeinflussung individueller Entscheidungen im Hinblick auf die Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltverträglichere Verkehrsträger immer von Maßnahmen zur Sicherung der Mobilität, wie dem Ausbau und der Attraktivitätssteigerung des ÖPNV, begleitet sein muß.

I. Einleitung

Der Ausschuß für Forschung, Technologie und Technikfolgenabschätzung des 12. Deutschen Bundestages beauftragte das TAB im März 1993 mit der Durchführung eines TA-Projekts zur Wirksamkeit und zu den Realisierungsbedingungen und Folgen von Maßnahmen und Techniken zur *Entlastung des Verkehrsnetzes* und zur *Verlagerung von Staßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger.* Auf der Grundlage einer ausführlichen Problemanalyse entwickelte das TAB ein Untersuchungskonzept für diese Thematik, das im Herbst 1994 vom Ausschuß gebilligt wurde. Nach der Konstituierung des 13. Deutschen Bundestages wurde das Untersuchungskonzept auf Wunsch einiger Abgeordneter erneut zur Diskussion gestellt, wobei die Frage der parlamentarischen Relevanz der geplanten Studie im Vordergrund stand. Als Ergebnis dieser Diskussion und mit Zustimmung der parlamentarischen Berichterstatter für das TAB wurde das Untersuchungskonzept von den Projektbearbeitern des TAB in mehreren Punkten modifiziert. Ab Mitte 1995 erfolgte die Vergabe von Aufträgen an externe Gutachter; die letzten Aufträge wurden Ende 1996 erteilt. Bis Anfang 1998 lagen dem TAB alle Gutachten vor.

1. Zur Zielsetzung, Abgrenzung und Vorgehensweise

Die im Auftrag an das TAB vorgegebenen Fragestellungen – Entlastung des Verkehrsnetzes und Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger – sind *eng miteinander verbunden.* Jede Verflüssigung des Verkehrs, insbesondere des motorisierten Straßenverkehrs, bringt Entlastungen von Netzabschnitten mit sich; hierzu können zeitliche und räumliche Verlagerungen von Fahrten in erheblichem Umfang beitragen *(intramodale Verlagerungen).* Verminderungen der Fahrleistung führen ebenfalls zur Entlastung des Verkehrsnetzes; Reduktionen der Verkehrsleistung (gemessen in Pkm und tkm), d. h. Einschränkungen der Mobilität von Personen und Gütern, müssen damit nicht notwendigerweise verbunden sein. So lassen sich z. B. durch eine Erhöhung der durchschnittlichen Besetzung von Pkw das Fahrtenaufkommen und die Fahrleistung ohne Einschränkung der Verkehrsleistung reduzieren. Eine Entlastung des Verkehrsnetzes wird also primär durch Effizienzsteigerungen erreicht. Aber auch *intermodale Verlagerungen,* vor allem von der Straße auf die Schiene, und die *Vermeidung von Verkehrsleistung* können wesentliche Beiträge zur Entlastung des Verkehrsnetzes liefern.

Es ist völlig unstrittig, daß ein funktionierendes Verkehrssystem eine *entscheidende Voraussetzung für die Funktions- und Leistungsfähigkeit hochentwickelter Gesellschaften* ist. Andererseits kann aber auch nicht bestritten werden, daß die *negativen Folgen des Verkehrs* in Form von Luftverschmutzung, Lärmbelästigung, Unfällen und Effizienzverlusten durch Staus und Engpässe im Straßenverkehr begrenzende Faktoren der gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Entwicklung darstellen. Angesichts der im Vergleich zu anderen Kenngrößen, wie dem Primärenergieverbrauch und den verfügbaren Haushaltseinkommen, *anhaltenden Dynamik des Wachstums von Verkehrsaufkommen und Verkehrsleistung* – insbesondere im Bereich des Straßenverkehrs – gewinnen die in dieser Studie im Vordergrund stehenden Ziele der Entlastung des Verkehrsnetzes und der Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger zunehmend an Bedeutung und an Akzeptanz.

Wie man beispielsweise dem Strategiepapier „Telematik im Verkehr" des Bundesverkehrsministeriums von 1993 (BMV 1993) und dem Bericht zur Umsetzung dieses Strategiepapiers von 1995 (BMV 1995a) entnehmen kann, sind diese Ziele *wesentliche Bestandteile des verkehrspolitischen Konzepts der Bundesregierung.* Auch die *Forschungspolitik der Bundesregierung,* speziell die *Verkehrsforschungspolitik,* zielt darauf ab, neue Technikentwicklungen zukünftig stärker an den genannten verkehrspolitischen Zielvorstellungen zu orientieren. Das im Forschungsrahmen der Bundesregierung „Mobilität – Eckwerte einer zukunftsorientierten Mobilitätsforschungspolitik" von 1996 (BMBF 1997) enthaltene Leitbild „Mobilität dauerhaft erhalten, dabei unerwünschte Verkehrsfolgen spürbar verringern" macht dies deutlich. Schließlich nennt auch der Bericht der Bundesregierung „Auf dem Wege zu einer nachhaltigen Entwicklung in Deutschland", der anläßlich der Vertragsstaaten-Sonderversammlung über Umwelt und Entwicklung 1997 in New York erstellt wurde, die Verkehrsvermeidung und die Verlagerung von Verkehr auf umweltschonendere Verkehrsmittel als *primäre Handlungsansätze zur Verwirklichung einer umweltschonenden Mobilität* (BMU 1997a). Insbesondere die beiden letzten Berichte sind als Beiträge zur Konkretisierung des seit der UN-Konferenz „Umwelt und Entwicklung" in Rio de Janeiro im Jahre 1992 weltweit verbindlich gewordenen Konzepts des „Sustainable Development" im Politikfeld Verkehrspolitik und Verkehrsforschungspolitik anzusehen. Man kann also davon ausgehen, daß auf der Zielebene konkrete Vorstellungen für die zukünftige Gestaltung der Verkehrspolitik vorliegen.

Auf der *Strategie- und Maßnahmenebene* besteht dagegen weit weniger Klarheit. In den letzten Jahren sind verschiedene grundlegende Arbeiten zu den Problemen des Verkehrs und zu möglichen Lösungen für diese Probleme vorgelegt worden. Besonders zu erwähnen ist der zweite Bericht der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre" des 12. Deut-

schen Bundestages (EK 1994). Diese Studie stellt eine umfassende Analyse des Politikbereichs Verkehr dar, in deren Rahmen Strategien zur Minderung der Kohlendioxidemissionen aus dem Verkehr zu entwickeln waren. Die Datenerhebungen und Szenarienuntersuchungen dieser Studie sind auch für weitergehende Arbeiten in diesem Bereich von Bedeutung. Auch im Umweltgutachten 1994 des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen (SRU 1994) werden Lösungsansätze für eine umweltverträglichere Verkehrspolitik diskutiert.

Die genannten Arbeiten enthalten auch eine Fülle von Handlungsempfehlungen. Die Realisierungsbedingungen und Folgewirkungen dieser Handlungsempfehlungen werden jedoch nicht näher betrachtet. In dem Bericht der Enquete-Kommission sind preisliche Maßnahmen zwar diskutiert worden, die detailliertere Gestaltung dieser Maßnahmen im Hinblick auf bestimmte Zielerreichungsgrade und die jeweils zu erwartenden Folgewirkungen wurden aber nicht untersucht. Der *Schwerpunkt des TAB-Projekts liegt dagegen gerade auf der Analyse der Durchführbarkeit, der Wirksamkeit und der Folgen ausgewählter Maßnahmen* zur Erreichung bestimmter verkehrspolitischer Ziele. In diesem Sinne versteht sich das TAB-Projekt als Fortführung und Konkretisierung vorliegender Untersuchungen.

Zu den zentralen Ausgangsannahmen des TAB-Projekts gehört, daß die angestrebten Entlastungen des Verkehrsnetzes und Verlagerungen von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger *weder mit Einschränkungen der Mobilität noch mit nennenswerten Abstrichen bei den heute üblichen Qualitätsstandards der Reise bzw. des Transports verbunden sein sollen.* Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, andere Formen der Mobilität als die heute vorwiegend ausgeübte „Automobilität" weiter zu entwickeln. Auch benötigen die mehr als 20 Mio. Erwachsenen, die nicht über einen eigenen Pkw verfügen, ein möglichst attraktives Angebot an öffentlichen Verkehrsmitteln.

Sowohl theoretische Analysen, wie z. B. szenariogestützte Untersuchungen (DIW 1990; PROGNOS 1991), als auch Erfahrungen aus der verkehrspolitischen Praxis, wie z. B. das im Rahmen dieser Studie näher untersuchte „Karlsruher Modell" eines attraktiven ÖPNV, zeigen, daß Versuche, die Verkehrsnachfrage durch Einzelmaßnahmen wirksam zu beeinflussen, wenig erfolgversprechend sind. Im TAB-Projekt wird daher davon ausgegangen, daß die angestrebten Ziele der Entlastung des Verkehrsnetzes und der Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger nur durch – möglichst abgestimmte – *Maßnahmenbündel* erreicht werden können. Solche Maßnahmenbündel werden hier als *Optionen* bezeichnet.

Das TAB hat in diesem Projekt drei Optionen auf ihre Wirksamkeit, Realisierungsbedingungen und möglichen Folgen untersucht:

1. Einsatz von IuK-Techniken zur Verbesserung der Verkehrsinformation und zur Verkehrslenkung auf der Grundlage der vorliegenden ordnungsrechtlichen Regelungen (kurz: *Verbesserung der Verkehrsinformation*)
2. Einsatz von IuK-Techniken zum Verkehrsmanagement im Personen- und Güterstraßenverkehr zusammen mit dem Einsatz verschiedener preislicher Maßnahmen (kurz: *Preisliche Maßnahmen im Straßenverkehr*)
3. *Attraktivitätssteigerung im ÖPNV*

Diese Optionen orientieren sich primär an jeweils unterschiedlichen *„initiierenden" Maßnahmen,* von denen eine unmittelbare Wirksamkeit im Hinblick auf die angestrebten Ziele erwartet werden kann. Darüber hinaus sind, soweit erforderlich, jeweils auch *„flankierende" Maßnahmen* zu berücksichtigen, um Mobilität grundsätzlich sicherzustellen und auch langfristig zu erhalten. Dies bedeutet z. B., daß der Einsatz preislicher Maßnahmen zur Beeinflussung individueller Entscheidungen im Hinblick auf die Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger immer von Maßnahmen zur Sicherung der Mobilität, wie dem Ausbau des ÖPNV, begleitet sein muß.

Die Optionen sind nicht als sich gegenseitig ausschließende Alternativen zu interpretieren. Ihr Sinn besteht darin, durch Schwerpunktlegung auf sehr unterschiedliche Typen von Instrumenten bzw. Maßnahmen die Wirksamkeit der betrachteten Maßnahmenbündel im Hinblick auf die Ziele der Verkehrsentlastung und Verkehrsverlagerung und die mit dem Einsatz der Maßnahmen potentiell verbundenen Umsetzungsprobleme und Folgen besonders deutlich darstellen zu können. Konkrete verkehrspolitische Strategien dürften eher auf eine Verknüpfung von Elementen aller drei Optionen – und darüber hinaus möglicherweise weiterer Maßnahmen – hinauslaufen.

Damit wird auch klar, daß die Optionen bzw. einzelne Elemente der Optionen *keinesfalls den Charakter verkehrspolitischer Handlungsempfehlungen haben.* Dies ist für die Option „Preisliche Maßnahmen im Straßenverkehr" besonders hervorzuheben. Die zu dieser Option auf der Basis verschiedener Preisszenarien durchgeführten Modellrechnungen dienen dazu, die betroffenen Gruppen einzugrenzen und den Grad der Betroffenheit von den ausgewählten Maßnahmen sowie die Reaktionsmöglichkeiten auf diese Maßnahmen abzuschätzen. Dabei ist die Abhängigkeit der Ergebnisse von einer Vielzahl von Annahmen (bzw. von deren Eintreten) zu beachten. Erst wenn die Ergebnisse solcher Analysen vorliegen, kann – und muß – auf politischer Ebene über die Zumutbarkeit und die politische Durchsetzbarkeit der Maßnahmen bzw. Maßnahmenbündel diskutiert werden.

Eine zunehmend wichtigere Rolle bei der Ausgestaltung verkehrspolitischer Optionen werden in Zukunft die *modernen IuK-Techniken* spielen. Solche Techniken bieten unter anderem ganz neue Möglichkeiten, informatorische, preisliche und ordnungsrechtliche Instrumente gezielter als bisher zur aktiven Beeinflussung des Verkehrsgeschehens und zur Erreichung verkehrspolitischer Ziele einzusetzen. Vor allem in den stark auf die Anwendung der Tele-

matik ausgerichteten Optionen „Verbesserung der Verkehrsinformation" und „Preisliche Maßnahmen im Straßenverkehr" wird diesen neuen technischen Möglichkeiten Rechnung getragen.

Verlagerung von Straßenverkehr auf *„umweltfreundlichere Verkehrsträger"* wird in dieser Studie weitgehend eingeschränkt auf Verlagerung von Straßenverkehr *„auf die Schiene"*. Der Binnenschiffahrtsverkehr wird nicht behandelt, er könnte Gegenstand einer Anschlußstudie sein. Auch der Flugverkehr wird nicht behandelt; er findet lediglich bei einem Vergleich der Emissionen verschiedener Verkehrsträger im Personenfernverkehr marginale Berücksichtigung.

Bei der Untersuchung der Optionen wurde soweit wie möglich auf *vorliegendes empirisches Material* Bezug genommen, das in Form von Fallstudien aufbereitet wurde. Ein Beispiel hierfür sind die Erfahrungen der Telematik-Pilotprojekte in Frankfurt, Stuttgart und München. Zur Wirksamkeit und zu den Folgen von preislichen Maßnahmen wurden, wie bereits erwähnt, *Modellrechnungen* durchgeführt. Bei den Folgenanalysen stehen *wirtschaftliche Aspekte* im Vordergrund, in begrenztem Umfang wurden auch *soziale Folgen* diskutiert. Eine eigenständige Analyse der *Umweltfolgen* der Optionen wurde nicht für erforderlich gehalten, da jede Entlastung des Verkehrsnetzes – und insbesondere auch die Verlagerung von Straßenverkehr auf schienengebundene öffentliche Verkehrsträger – mit einer Verbesserung der Umweltsituation verbunden ist.

Die Untersuchungen dieser Studie beziehen sich auf das „politisch-strukturelle" Vorgehen. Die in neueren verkehrswissenschaftlichen Studien (Feldhaus 1997) geforderte zweite Strategieebene, die auf *das subjektive Verhalten des Individuums* abzielt, wird hier nicht angesprochen. Diese Beschränkung auf die unmittelbaren politischen Gestaltungsmöglichkeiten drückt jedoch keine Wertung dieser zweiten Strategieebene aus. Vielmehr ist Feldhaus zuzustimmen, daß wir „ohne eine völlig neu konzipierte Verkehrserziehung als ‚Mobilitätserziehung', die mit pädagogischen Mitteln versucht, die Menschen zu einer verantwortlichen Gestaltung ihrer Mobilitätsinteressen zu bewegen, ... bei all unseren Versuchen, verantwortliche Wege in eine mobile Zukunft zu gehen, kaum vorankommen werden".

2. Zum Aufbau der Studie

Die Belastung des Straßennetzes – vor allem der Bundesautobahnen – hat in den vergangenen Jahren erheblich zugenommen. So ist die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke auf den Autobahnen der alten Bundesländer von 1985–1994 fast um die Hälfte angestiegen; bei den Bundesstraßen lag der Zuwachs bei knapp einem Drittel. Auch für die Zukunft sind nach vorliegenden Prognosen noch beträchtliche Steigerungen des Verkehrs, insbesondere des Straßenverkehrs, zu erwarten. Diese Dynamik der Verkehrsentwicklung, die viele andere Kenngrößen des wirtschaftlichen und sozialen Lebens übertrifft, wird im Kapitel II *„Ausgangspunkt: Bedeutung und Probleme des Verkehrssystems"* auf der Grundlage ausgewählter verkehrsstatistischer Daten beschrieben; dabei wird auch die Problematik von Verkehrsprognosen angesprochen. Auf die durch den Verkehr verursachten Umweltbelastungen wird ebenfalls eingegangen. Zur Bestimmung der „relativen Umweltfreundlichkeit" wichtiger Verkehrsträger werden die auf die Transportleistung bezogenen Emissionen von Bahn und ÖPNV denen des motorisierten Individualverkehrs gegenübergestellt; beim Fernverkehr wird der Flugverkehr in den Vergleich einbezogen. Schließlich werden in diesem Kapitel die Ergebnisse einer Untersuchung zu den Kapazitätsreserven der Bahn im Schienenpersonenfernverkehr zusammenfassend dargestellt.

Die Ausführungen in Kapitel II verdeutlichen die *Notwendigkeit und Dringlichkeit gegensteuernder Maßnahmen* zur Entlastung des Verkehrsnetzes, im wesentlichen des Straßenverkehrsnetzes, und zur Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger. Es wird nachgewiesen, daß bei einem Emissionsvergleich der schienengebundene öffentliche (Personen-)Verkehr gegenüber dem motorisierten Individualverkehr *durchweg deutlich besser abschneidet.* Außerdem wird gezeigt, daß – entgegen häufig geäußerten Einschätzungen – im Schienenpersonenfernverkehr durch kurzfristig realisierbare technische und organisatorische Maßnahmen *erhebliche Kapazitätsreserven bereitgestellt werden können.*

Welche verkehrspolitischen Instrumente bzw. Maßnahmen (als konkrete Ausgestaltungen von Instrumenten) grundsätzlich in Betracht kommen, um Entlastungen des Verkehrsnetzes und Verlagerungen von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger zu bewirken, wird im Kapitel III *„Instrumente der Verkehrspolitik"* erläutert. Es werden grundsätzliche Aspekte der Anwendbarkeit und Wirksamkeit von sieben Typen verkehrspolitischer Instrumente diskutiert: informatorische Instrumente, organisatorische Instrumente, Instrumente der Selbstverpflichtung, ordnungsrechtliche Instrumente, preisliche Instrumente, Finanzierungsinstrumente und planerische Instrumente.

Auf die technischen und organisatorischen Konzepte für den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechniken im Verkehrsbereich wird im Kapitel IV *„IuK-Techniken: Neue verkehrspolitische Gestaltungsmöglichkeiten"* ausführlich eingegangen. Das Kapitel enthält neben einer Darstellung des Entwicklungsstandes ausgewählter Basistechniken einen breiten Überblick über Telematik-Anwendungen und -Dienste in verschiedenen Verkehrsbereichen und einen Bericht über die Erfahrungen aus deutschen Telematik-Pilotprojekten.

Die Analysen in den Kapiteln III und IV bilden eine wichtige Grundlage für die Gestaltung der im abschließenden Kapitel V *„Handlungsoptionen – Wirksamkeit und Folgen"* im Detail erörterten Maßnahmenbündel bzw. Optionen. Andererseits sind die in diesen Kapiteln – und in Kapitel II – behandelten Themen auch ohne Bezugnahme auf die Optionen

des Kapitels V von eigenständigem Interesse. Dies gilt in besonderem Maße für die Analysen zu den Kapazitätsreserven der Bahn und zur Telematik im Verkehr.

Im Rahmen der Option *„Verbesserung der Verkehrsinformation"* wird vor allem untersucht, inwieweit eine verbesserte, technisch unterstützte Vermittlung von Informationen über das Verkehrsangebot und die aktuelle Verkehrssituation zu den Zielen der Entlastung des Verkehrsnetzes und der Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger beitragen kann. Dabei wird auf Ergebnisse von Telematik-Pilotprojekten in Frankfurt, München und Stuttgart Bezug genommen. Trotz der eingeschränkten Aussagekraft des vorliegenden Datenmaterials gestatten Auswertungen dieser Ergebnisse vergleichende Bewertungen.

Die gezielte Lenkungswirkung preislicher Maßnahmen unter Einsatz von IuK-Techniken steht im Mittelpunkt der Option *„Preisliche Maßnahmen im Straßenverkehr"*. Wegen der ganz unterschiedlichen methodischen Vorgehensweise werden getrennte Unteroptionen für den Personenverkehr und für den Güterverkehr betrachtet. Den quantitativen Analysen werden drei Preisszenarien zugrunde gelegt. Bei der Szenarienbildung werden vor allem die Instrumente der Straßenbenutzungsgebühren und der Mineralölsteuer berücksichtigt.

Im Rahmen der Option *„Attraktivitätssteigerung im ÖPNV"* werden die Realisierungsbedingungen, die verkehrliche Wirksamkeit und bestimmte Folgen attraktiver ÖPNV-Konzepte vor allem am Beispiel des „Karlsruher Modells" untersucht. Besondere Aufmerksamkeit gilt dabei der tatsächlich erreichten Verlagerung von Straßenverkehr auf den ÖPNV. Diskutiert werden auch die notwendigen Bedingungen für eine langfristige Sicherung des erreichten Erfolgs. Die Fallstudie zum Karlsruher Modell wird ergänzt durch Kurzanalysen zum Verkehrskonzept der Stadt Zürich und zur Situation des ÖPNV in ausgewählten Städten in den neuen Bundesländern.

Der hiermit vorgelegte Abschlußbericht stützt sich in hohem Maße auf die Ergebnisse von Studien und Gutachten, die im Auftrag des TAB von verschiedenen wissenschaftlichen Einrichtungen erarbeitet wurden (s. Literatur). Den Gutachtern sowie all jenen, die durch weiterführende Informationen und Kritik zu diesem Bericht beigetragen haben, sei herzlich gedankt. An zahlreichen Stellen dieses Berichts sind Textpassagen aus den Studien und Gutachten wörtlich oder sinngemäß übernommen worden. Auf die jeweilige Angabe der entsprechenden Quellen wurde – mit wenigen Ausnahmen – verzichtet. *Die Verantwortung für die Auswahl und Interpretation der in diesen Bericht eingearbeiteten Ergebnisse aus den Studien und Gutachten liegt ausschließlich bei den Autoren des Berichtes.*

II. Ausgangspunkt: Bedeutung und Probleme des Verkehrssystems

Der Verkehr in Form des Personen- und Güterverkehrs ist eine wesentliche *Voraussetzung für die Funktionsfähigkeit und wirtschaftliche Leistungsfähigkeit* hochentwickelter, arbeitsteiliger Gesellschaften. Dem großen Nutzen des Verkehrs stehen jedoch beträchtliche *negative Folgeerscheinungen* gegenüber: Verkehrsunfälle, Lärmbelästigung, Luftverschmutzung sowie Reisezeitverlängerungen durch die zunehmende Verkehrsdichte. Insbesondere die zunehmenden Effizienzverluste infolge von Staus und Engpässen im Straßenverkehr werden zunehmend als begrenzender Faktor der gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Entwicklung wahrgenommen.

Zur Illustration der Bedeutung und der Probleme des Verkehrssystems werden in diesem Kapitel ausgewählte verkehrsstatistische Daten aufbereitet und interpretiert. Zunächst wird die *Dynamik des Wachstums des Verkehrsaufkommens und der Verkehrsleistung* im Vergleich zu ausgewählten Kenngrößen der gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Entwicklung dargestellt (Abschnitt II.1). Dabei wird auf die Problematik von Verkehrsprognosen eingegangen. Einige Interpretationen vorliegender verkehrsstatistischer Daten dienen der Überprüfung bestimmter *pauschaler Voreinschätzungen zur Verkehrsproblematik*, die in der verkehrspolitischen Diskussion eine große Rolle spielen und die konsequentem verkehrspolitischem Handeln im Hinblick auf die Erreichung vorgegebener Ziele entgegenstehen können. Ein Beispiel hierfür sind Aussagen zur Entwicklung der Kostenbelastung privater Haushalte durch den motorisierten Individualverkehr. Auf weitere Beispiele, wie etwa Aussagen zu den (mangelnden) Kapazitätsreserven des ÖPNV und der Bahn oder zu den (optimistischen) Erwartungen in die Problemlösungsfähigkeit neuer Techniken, wird an anderen Stellen der Studie eingegangen. Solche pauschalen Voreinschätzungen besitzen oft eine vordergründige Plausibilität und können erheblichen Einfluß auf politische Entscheidungen haben, insbesondere wenn Interessengruppen sie gezielt in ihre Informationspolitik einbeziehen.

Zur *Umweltbelastung durch den Verkehr* (Abschnitt II.2) liegen bereits umfassende Veröffentlichungen vor. Auf ihrer Grundlage wird die bisherige Emissionsentwicklung ausgewählter Schadstoffe des motorisierten Straßenverkehrs der Gesamtemissionsentwicklung gegenübergestellt. Die Gründe für die unterschiedlichen Reduktionserfolge werden diskutiert. Auf die zu erwartende weitere Emissionsentwicklung wird eingegangen. Die vorliegenden Untersuchungen beschränken sich zumeist auf die Emissionen aus Verkehrsaktivitäten und enthalten nur in seltenen Fällen wirkungsbezogene Aussagen. Es wird daher in Zukunft notwendig sein, verstärkt wirkungsorientierte Untersuchungen durchzuführen.

Zur Bestimmung der *„relativen Umweltfreundlichkeit" wichtiger Verkehrsträger* werden die auf die Transportleistung bezogenen Emissionen der beiden Verkehrsträger Bahn bzw. ÖPNV denen des motorisierten Individualverkehrs gegenübergestellt; beim Fernverkehr wird der Flugverkehr in den Vergleich einbezogen. Hierzu wurden neuere Untersuchungen ausgewertet und eigene Abschätzungen durchgeführt.

Um der häufig geäußerten Einschätzung entgegenzutreten, die öffentlichen Verkehrsträger, Bahn und ÖPNV, könnten die für eine Verlagerung notwendigen Kapazitäten gar nicht bereitstellen, werden schließlich die Ergebnisse einer im Auftrag des TAB und des Deutschen Verkehrsforums vom *Institut für Verkehrswesen, Eisenbahnbau und -betrieb (IVE)*, Universität Hannover, erstellten Untersuchung zu den *Kapazitätsreserven der Bahn im Schienenpersonenfernverkehr* vorgestellt (IVE 1998) (Abschnitt II.3). In dieser Untersuchung wurden mehrere Fernverkehrskorridore unter Berücksichtigung der kurzfristig und längerfristig möglichen Maßnahmen zur Steigerung der Kapazitätsreserven auf der Grundlage von Simulationsrechnungen untersucht. Diese Untersuchung stellt eine Ergänzung zu der bereits vorliegenden Studie „Kapazitätsreserven der Schieneninfrastruktur im Güterverkehr" (HACON/IVE 1996) dar.

1. Anhaltendes Wachstum des Verkehrsaufkommens und der Verkehrsleistung

1.1 Ausgewählte Kenngrößen der bisherigen Verkehrsentwicklung

Eine Präsentation von *längeren und aktuellen*, möglichst verkehrsträgerübergreifenden Zeitreihen der Verkehrsentwicklung in Deutschland war aus mehreren Gründen nicht möglich:

- Einige verkehrsstatistische Indikatoren werden seit Mitte der neunziger Jahre nur noch für den neuen Gebietsstand erfaßt. Zugleich liegen für die Zeit vor 1991 für das Gebiet der ehemaligen DDR mit der jetzigen Erfassungsmethodik kompatible Daten nur in Einzelfällen vor. Das Bilden von längeren Zeitreihen wäre darum – sowohl für die Bundesrepublik nach dem alten als auch nach dem neuen Gebietsstand – nur für einzelne Verkehrsträger und nur unter Verwendung von Schätzungen machbar.
- Daten zum Verkehrsaufkommen und zur Verkehrsleistung werden für einige Verkehrsträger von der amtlichen Statistik nachgewiesen. In den letzten Jahren ist dabei für einige Verkehrsträger (so für den Straßengüterverkehr) die statistische Methodik geändert worden, Zurückschätzungen

unter Annahme der alten Erfassungssystematik wurden nur begrenzt durchgeführt.

- Daten zum motorisierten Individualverkehr werden nicht von der amtlichen Statistik nachgewiesen, sondern vom DIW mit Hilfe von Modellrechnungen bestimmt. Darin gelegentlich durchgeführte Korrekturen werden für historische Daten nur für einen begrenzten Zeithorizont zurückgerechnet.

Eine konsistente Darstellung zur langfristigen Entwicklung von Verkehrsaufkommen und Verkehrsleistung aller Verkehrsträger in Deutschland kann darum hier nicht gegeben werden. Der Rückgriff auf Kurzzeitstatistiken erschien nicht zweckmäßig, da deren Daten häufig durch andere Effekte (etwa konjunkturelle Einflüsse) überlagert sind und kaum Schlußfolgerungen über längerfristige Trends zulassen. Aus diesem Grund werden im folgenden hauptsächlich Aussagen zu Entwicklungs*tendenzen* getroffen.

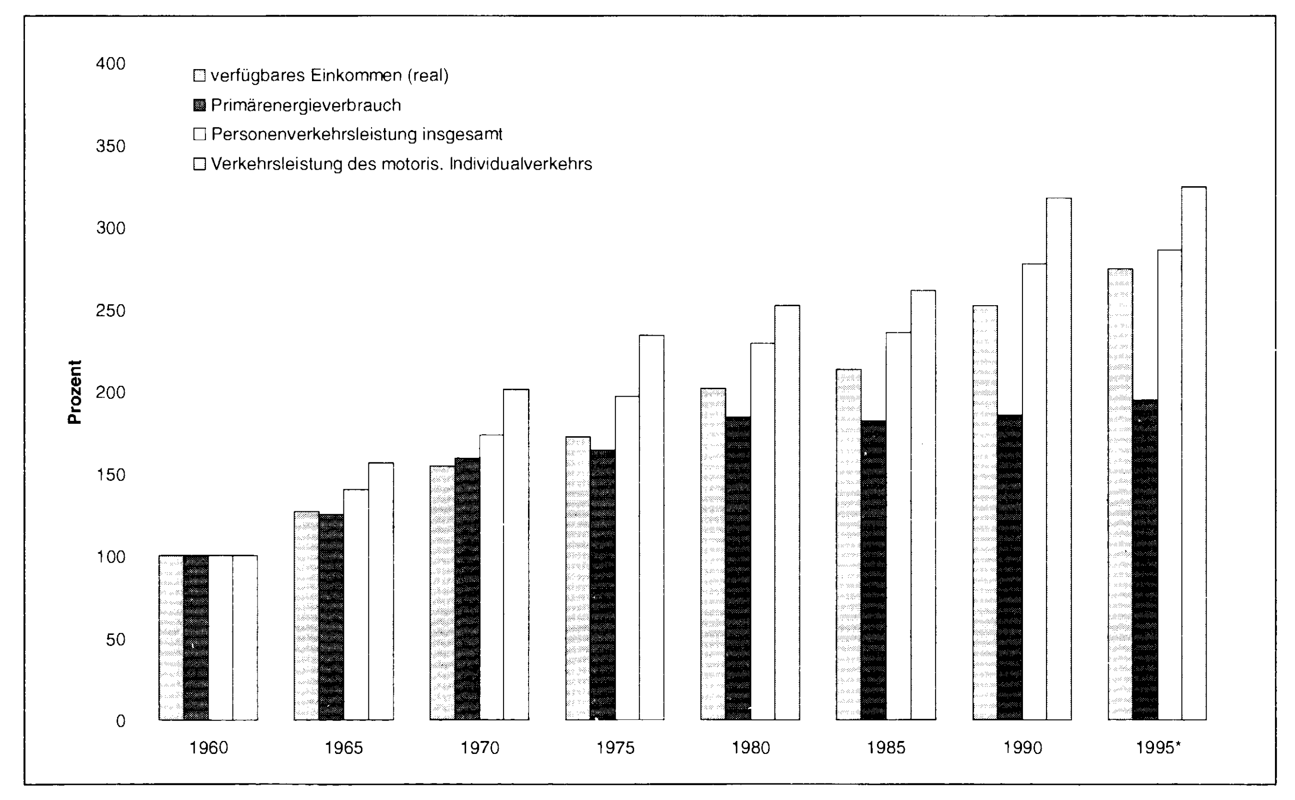
Die Verkehrsentwicklung vollzieht sich mit einer Dynamik, die den zeitlichen Entwicklungsgang fast aller Kenngrößen des wirtschaftlichen und sozialen Lebens übertrifft. Während die gesamtwirtschaftliche Güterproduktion in den alten Bundesländern – gemessen am Bruttoinlandsprodukt (BIP) – seit 1950 auf mehr als das Sechsfache zunahm, sind die Verkehrsleistungen im Personenverkehr (Personenkilometer pro Jahr) auf das Achtfache gestiegen. Diese Zuwächse wurden in überdurchschnittlichem Maße durch den Straßenverkehr aufgebracht. Die Entwicklung des Straßenverkehrs ging mit wesentlichen Änderungen in der Siedlungsstruktur einher und trug zu weitgehenden Änderungen des Berufs- und Freizeitverhaltens bei.

Kennzeichnend für die aktuelle verkehrliche Entwicklung sind folgende Trends (BMV 1997):

- Der dominierende Verkehrsträger im Personenverkehr ist der motorisierte Individualverkehr. Er ist absolut und relativ deutlich gewachsen und trägt heute mehr als 80 Prozent zur Verkehrsleistung des gesamten motorisierten Verkehrs bei. Der öffentliche Straßenpersonenverkehr und die Eisenbahnen mußten trotz teilweise erreichter absoluter Zuwächse in ihren Anteilen im langfristigen Trend Einbußen hinnehmen. Das Wachstum der Verkehrsleistung des motorisierten Individualverkehrs lag während der vergangenen Jahrzehnte in den alten Bundesländern Deutschlands erheblich über dem Wachstum des realen verfügbaren Einkommens der Haushalte (Abb. II-1.1). Bei der Auf-

Abbildung II-1.1

Entwicklung der Personenverkehrsleistung insgesamt und der Verkehrsleistung des motorisierten Individualverkehrs (MIV) in den alten Bundesländern, im Vergleich zur Entwicklung des Primärenergieverbrauchs und des verfügbaren Einkommens der Haushalte (real, im Zeitraum von 1960 bis 1995)

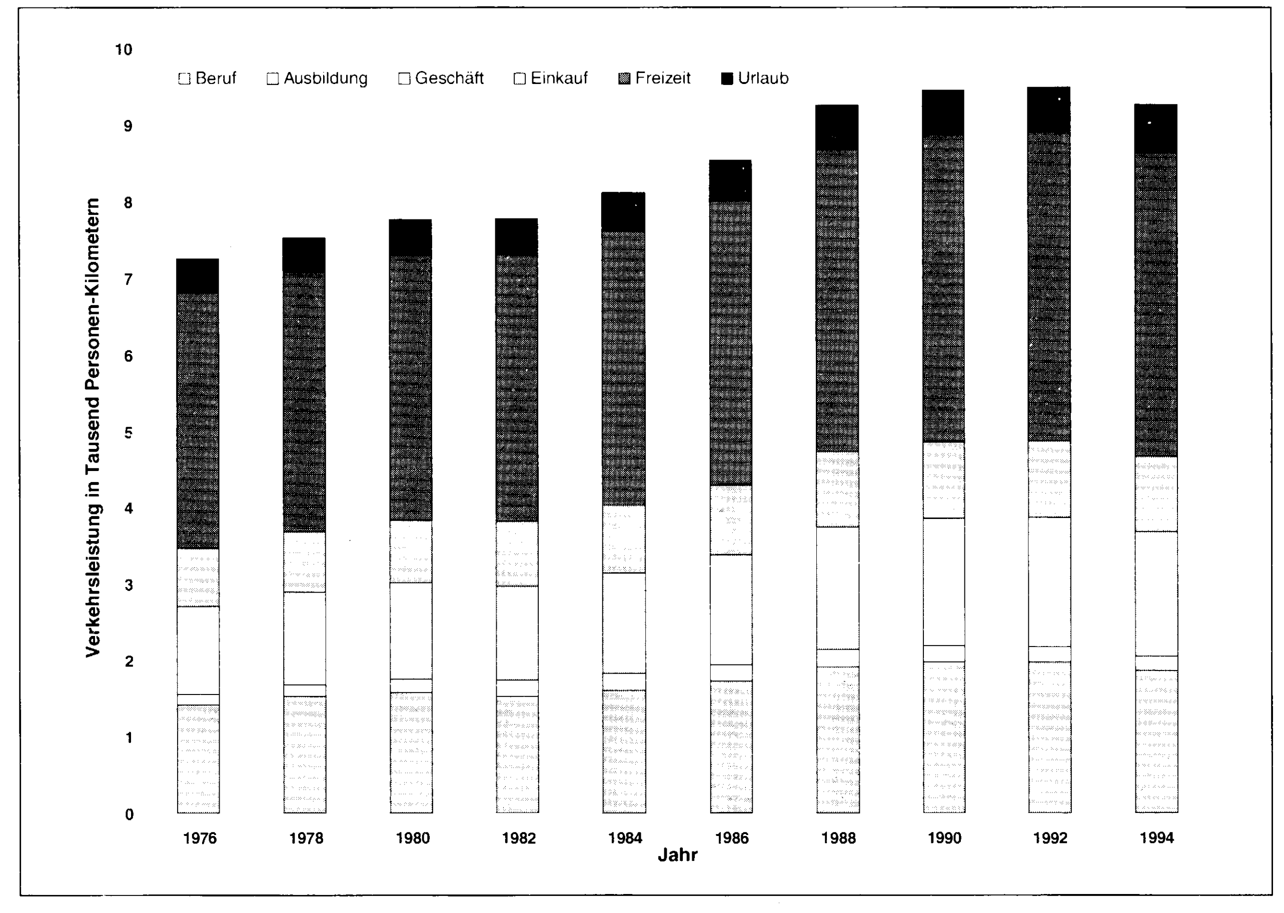


*) Wert für 1995 geschätzt

Quelle: TAB, nach Daten des Statistischen Bundesamtes, der AG Energiebilanzen, des DIW

Abbildung II-1.2

Entwicklung der Personenverkehrsleistung im motorisierten Individualverkehr pro Kopf der Bevölkerung in Abhängigkeit von den Verkehrszwecken, 1976 bis 1994, alte Bundesländer



Quelle: TAB, nach Daten des DIW

schlüsselung der Verkehrsleistung im motorisierten Individualverkehr nach Verkehrszwecken (Abb. II-1.2) bestätigt sich, daß der Freizeitverkehr der dominante Verkehrszweck ist, der während der vergangenen Jahre zudem die höchsten Zuwächse zu verzeichnen hatte, während Berufs-, Geschäfts- und Ausbildungsverkehr nur noch geringfügig anstiegen bzw. stagnierten.

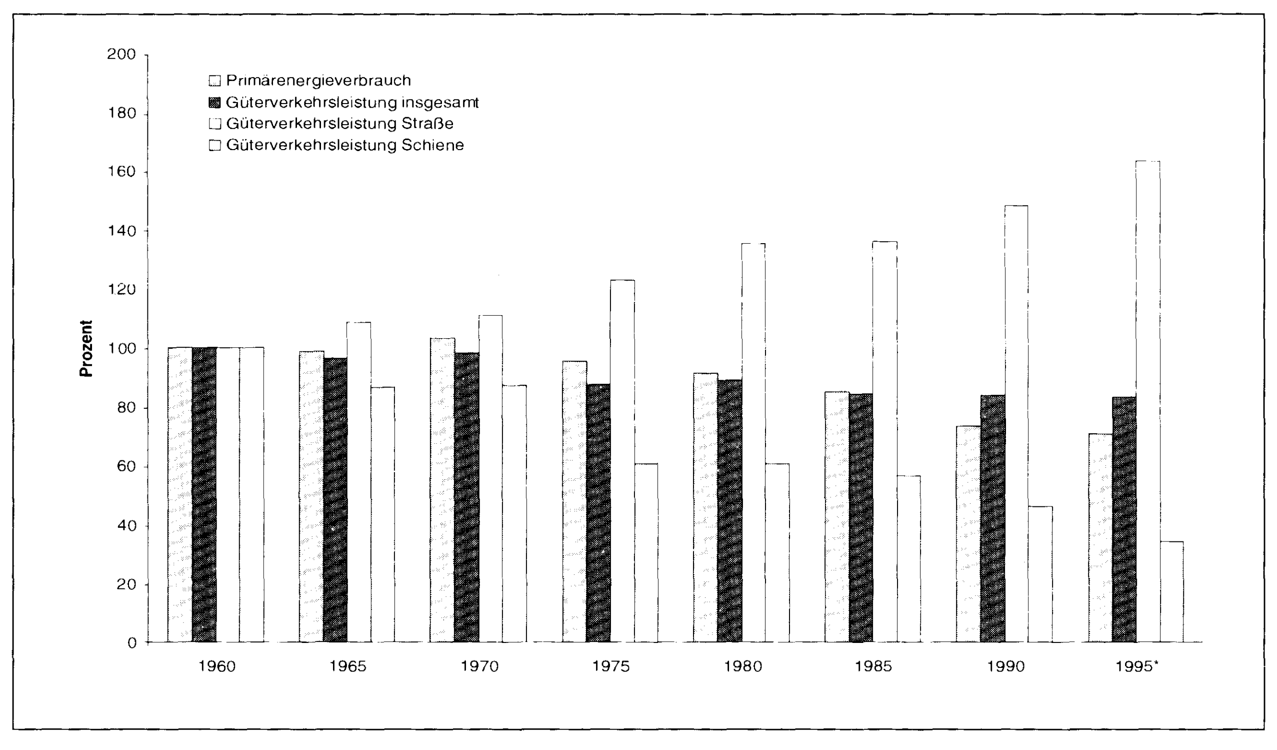
- Auch beim Gütertransport ist der Straßenverkehr der bedeutendste Verkehrsträger und in der langfristigen Entwicklung der deutliche Gewinner: Er trägt heute über 80 % des Aufkommens und mehr als 60 % der Leistung des binnenländischen Güterverkehrs. Während die Steigerungsrate der Güterverkehrsleistung (Tonnenkilometer pro Jahr) insgesamt ähnlich der des BIP verlief, übertrifft das Wachstum des Straßengüterverkehrs das des BIPs erheblich (Abb. II-1.3). Im Wirtschaftssektor Verkehr konnten, bezogen auf die pro Einheit BIP erforderliche Transportleistung, während der vergangenen Jahre keine vergleichbaren Effektivitätsfortschritte erreicht werden wie in anderen Wirtschaftsbereichen, z. B. in der Energieversorgung.

  Bemerkenswert sind die erheblichen Steigerungsraten des Straßengüterfernverkehrs im Entfernungsbereich über 300 Kilometer (Abb. II-1.4). Diese übertreffen nicht nur die entsprechenden Raten des ebenfalls spürbar wachsenden Straßengüternahverkehrs, sondern auch die des in diesem Entfernungsbereich theoretisch konkurrenzfähigen Schienenverkehrs (Fonger 1993).

Die Binnenschiffahrt und in größerem Umfang die Eisenbahnen haben an Bedeutung verloren. Auf deutschem Territorium werden heute jeweils etwa 15 % der gesamten Güterverkehrsleistung auf Eisenbahn und Binnenschiff abgewickelt.

Abbildung II-1.3

Entwicklung der Güterverkehrsleistung insgesamt, auf der Straße und auf der Schiene, bezogen auf das Bruttoinlandsprodukt (BIP), alte Bundesländer, im Zeitraum von 1960 bis 1995

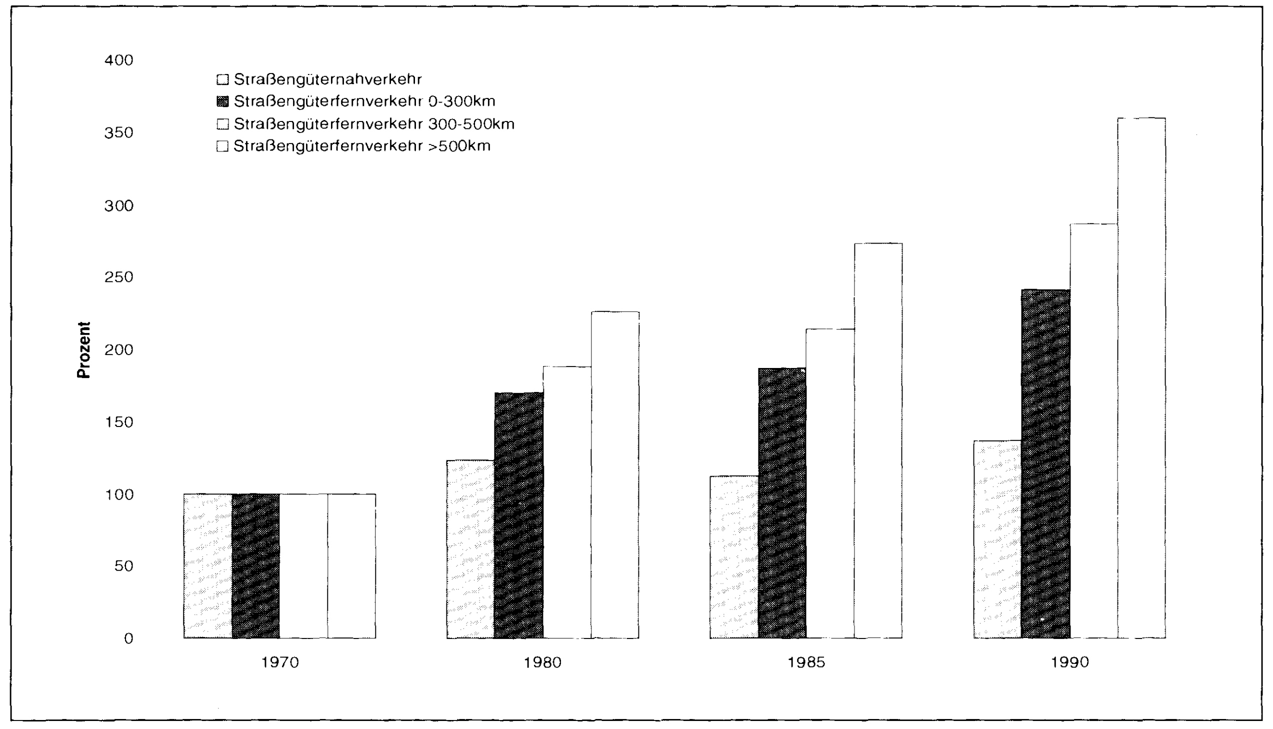


*) Wert für 1995 geschätzt

Quelle: TAB, nach Daten des Statistischen Bundesamtes, der AG Energiebilanzen, des DIW, des ifo-Instituts

Abbildung II-1.4

Entwicklung der Straßengüterverkehrsleistung in Abhängigkeit von den Transportentfernungen, alte Bundesländer



Quelle: TAB, nach Daten des Statistischen Bundesamtes, der AG Energiebilanzen, des DIW, des ifo-Instituts

1.2 Ausgewählte Kenngrößen zur zukünftigen Verkehrsentwicklung

Prognosen zur Entwicklung von verkehrlichen Parametern werden in der Regel von Wirtschaftsforschungsinstituten im Auftrag staatlicher Institutionen oder von Mineralölunternehmen erarbeitet. Die allen Prognosen innewohnenden Einschränkungen bezüglich ihrer Aussagesicherheit gelten in dem sich extrem dynamisch entwickelnden Verkehrssektor in besonderem Maße. Ihre Zuverlässigkeit und ihre Eignung als Entscheidungshilfen für die Verkehrspolitik sind umstritten. Ein Vergleich bisher erstellter Prognosen zur Entwicklung des Straßenverkehrs mit der tatsächlich eingetretenen Situation zeigt, daß die Prognostiker die Dynamik der realen Prozesse regelmäßig und z.T. erheblich unterschätzt haben. Da die Verkehrsentwicklung nicht nur das Ergebnis der verkehrspolitischen Rahmenbedingungen ist, sondern von den verschiedensten Politikfeldern beeinflußt wird, wie z. B. der Wirtschaftspolitik, sind exakte Prognosen der Verkehrsentwicklung grundsätzlich nicht möglich.

Trotz der genannten Einschränkungen sind für die Gestaltung der politischen Rahmenbedingungen Orientierungen über die mittelfristige Entwicklung bestimmter Kenngrößen des wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Lebens erforderlich. Um die gegebenen Gestaltungsmöglichkeiten aufzuzeigen, wurden für den Bundesverkehrswegeplan 1992 (BVWP 92) verschiedene Szenarien entwickelt, die vom Bundesministerium für Verkehr (BMV) in Auftrag gegeben wurden. Diese Szenarien sind Abschätzungen zukünftiger Entwicklungen, wie sie aufgrund alternativer Maßnahmen, z. B. eines verschärften Einsatzes von preislichen oder ordnungsrechtlichen Instrumenten, zu erwarten sind.

Im Auftrag des BMV erstellten INTRAPLAN Consult München und das Institut für angewandte Verkehrs- und Tourismusforschung Heilbronn (Intraplan/IVT 1991) die im Juni 1991 vorgelegte *„Personenverkehrsprognose 2010"* (PVP 2010) für Deutschland. Sie baut auf einer früheren Personenverkehrsprognose 2000/2010 zur Bundesverkehrswegeplanung auf, berücksichtigt jedoch zusätzlich die Auswirkungen der deutschen Einigung und der Veränderungen in Osteuropa. Im Rahmen der PVP 2010 wurden zunächst drei Szenarien berechnet, die sich hinsichtlich der ordnungsrechtlichen Rahmenbedingungen und Nutzerkosten, nicht aber hinsichtlich der sozio-ökonomischen und sozio-demografischen Entwicklung und des Verkehrsangebotes unterscheiden:

- Szenario F als Trendprognose unter der Annahme, daß alle ordnungsrechtlichen und preislichen Rahmenbedingungen unverändert bleiben;
- Szenario G als Gestaltungsszenario, bei dem gezielte ordnungsrechtliche Maßnahmen zur Begrenzung des Wachstums für die Verkehrssektoren Straßen- und Luftverkehr unterstellt wurden;
- Szenario H, bei dem auf gezielte Maßnahmen zur Reduktion von Straßen- und Luftverkehr verzichtet wird, aktuelle Trends bei der Entwicklung von Nutzerkosten (Pkw: +30% real; Lkw: +5% real) sowie kommunalpolitisch motivierte Restriktionen des Straßenverkehrs in den Städten jedoch berücksichtigt werden.

Ursprünglich sollte das Szenario H den Bezugsfall für die Bundesverkehrswegeplanung darstellen. Wegen des später inkraftgetretenen Maßnahmengesetzes für die „Verkehrsprojekte Deutsche Einheit" war es notwendig, im nachhinein auf der Basis des Szenarios H zusätzlich diese Projekte in einer weiteren Prognoserechnung zu berücksichtigen:

- Szenario Bezugsfall:
  auf der Basis von Szenario H wird zusätzlich die Realisierung der Verkehrsprojekte „Deutsche Einheit" unterstellt. Diese Szenarienberechnung stellt den für die Bundesverkehrswegeplanung geltenden Bezugsfall dar.

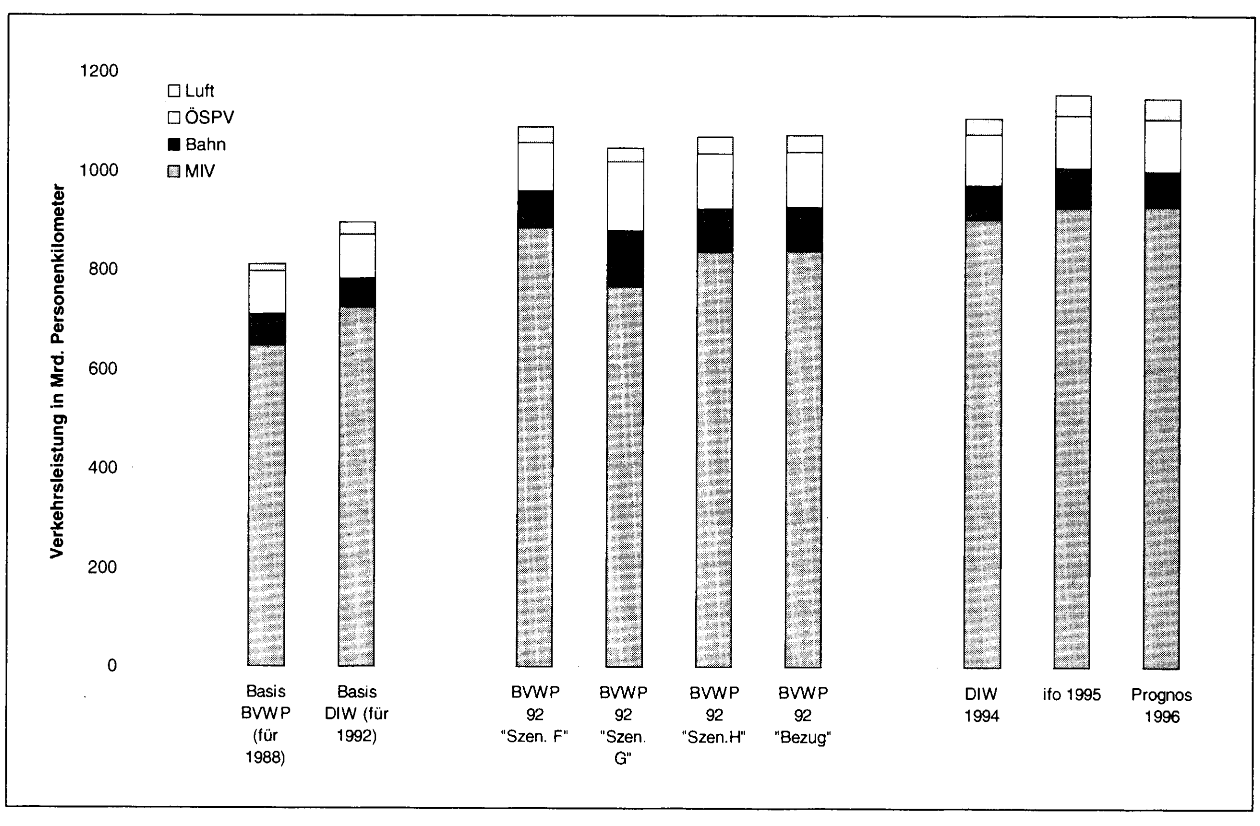
Den im Rahmen des BVWP 92 erstellten Szenarien der Personenverkehrsprognose 2010 werden nachfolgend weitere Abschätzungen anderer Forschungsinstitute gegenübergestellt:

- Im Juni 1994 wurde vom Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) die *„Entwicklung des Personenverkehrs in Deutschland bis zum Jahr 2010"* (DIW 1994a) gemeinsam mit der ebenfalls von diesem Institut erstellten *„Pkw-Bestandsentwicklung in Deutschland bis zum Jahr 2010"* (DIW 1994b) vorgelegt.
- Im September 1995 wurde die im Auftrag des BMV vom ifo-Institut für Wirtschaftsforschung erarbeitete Prognose *„Vorausschätzung der Verkehrsentwicklung in Deutschland bis 2010"* (ifo 1995) abgeschlossen, die Berechnungen sowohl für den Personen- als auch für den Güterverkehr enthält. Diese Ifo-Prognose wurde als Referenzszenario im Rahmen einer vom BMV in Auftrag gegebenen Untersuchung zu den gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen bestimmter preispolitischer Maßnahmen zur Reduktion der verkehrlichen CO_2-Emissionen ausgearbeitet.
- Die Prognos AG präsentierte 1996 das im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft erstellte Gutachten *„Energiereport II: Die Energiemärkte Deutschlands im zusammenwachsenden Europa – Perspektiven bis zum Jahr 2020"* (PROGNOS 1996). Innerhalb des Gesamtauftrages – Erarbeitung einer Prognose der zukünftigen Entwicklung der Energienachfrage für Deutschland und der möglichen Deckung wurde auch der zukünftige Endenergieverbrauch im Verkehr untersucht. Dazu wurden Prognosen für die Entwicklung verkehrlicher Determinanten, sowohl im Personen- als auch im Güterverkehr, erstellt.

Die Ergebnisse der genannten Prognosen bzw. Szenarien der Personenverkehrsleistung für das Jahr 2010 *unterscheiden sich nur geringfügig* (Abb. II-1.5). Nur das Szenario G des Bundesverkehrswegeplans 1992 (BVWP 92) geht, im Vergleich zu den Ansätzen anderer Prognosen und Szenarien, von einem etwas höheren Anteil der öffentlichen Verkehrsträger, ÖPNV und Bahn, bei etwa gleicher Gesamtverkehrsleistung aus.

Abbildung II-1.5

Überblick über Prognosen zur Entwicklung der Personenverkehrsleistung des motorisierten Verkehrs in Deutschland im Jahr 2010 nach Verkehrsträgern



Quelle: TAB, nach Intraplan/IVT 1991, DIW 1994, ifo 1995, PROGNOS 1996

Neben den vom BMV in Auftrag gegebenen Prognosen erstellen die Mineralölkonzerne Deutsche Shell AG und Deutsche Esso AG regelmäßig verkehrsbezogene Prognosen. Während die Shell-Prognose sich auf den Verkehrssektor beschränkt, handelt es sich bei der Esso-Prognose um eine allgemeine Energieprognose, in deren Rahmen auch verkehrsspezifische Parameter behandelt werden.

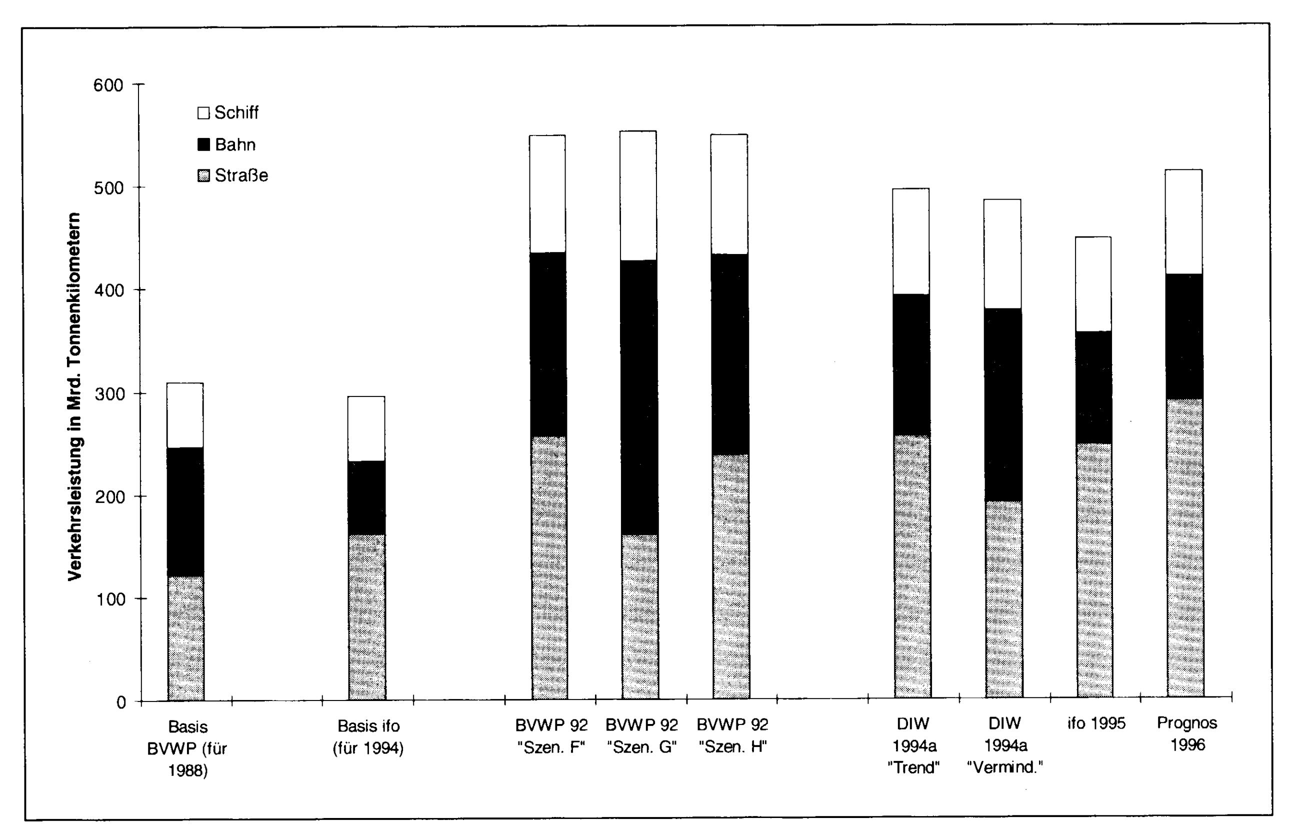
- *Die Shell-Prognose* von 1997 (Shell 1997) zur Entwicklung des Pkw-Bestandes und der Neuzulassungen enthält zwei Szenarien vor dem Hintergrund unterschiedlicher sozio-ökonomischer Annahmen und Rahmenbedingungen. Während im Szenario „Macher" der Abbau bürokratischer Hürden, Rückführung der Subventions- und Sozialsysteme sowie die Stärkung der Eigenverantwortung des einzelnen im Vordergrund stehen, wird im Szenario „Gemeinsinn" unterstellt, daß Politik, Wirtschaft und Gesellschaft in enger und reibungsloser Zusammenarbeit die Ziele Wirtschaftswachstum und Beschäftigung gleichrangig verfolgen.
- Bei der *Esso-Energieprognose* 1997 (Esso 1997) handelt es sich um eine allgemeine Energieprognose ohne Berücksichtigung unterschiedlicher Szenarien. Im Rahmen der Entwicklung des Energieverbrauchs wird auch auf den Kraftstoffverbrauch im Straßenverkehr eingegangen.

Alle vorgestellten Prognosen und Szenarien gehen einhellig, wenn auch in unterschiedlichem Ausmaß, davon aus, daß der Pkw-Bestand und damit der Motorisierungsgrad weiter ansteigen wird. Eine zentrale Annahme ist die zukünftig wachsende Motorisierung von Gruppen mit bisher unterdurchschnittlichem Motorisierungsgrad, wie insbesondere Frauen und Senioren. Auch die absehbare demographische Entwicklung mit einem wachsenden Anteil älterer Menschen, von denen zu erwarten ist, daß sie im Gegensatz zu früheren Generationen ein hohes Maß an Freizeitmobilität entwickeln werden, ist in den Prognosen berücksichtigt. Weiterhin wird von einer zunehmenden Anzahl von Zweit- und sogar Dritt-Pkw pro Haushalt, von technischen Fortschritten bei der Kraftstoffverbrauchsminderung und einem zunehmenden Anteil von Dieselfahrzeugen ausgegangen.

Die Shell-Prognose 1997 (Shell 1997) nimmt für den Zeitraum von 1996 bis 2010 nur noch einen geringen Anstieg der gesamten Pkw-Fahrleistung an, im Szenario „Macher" weniger als 10 % und im Szenario „Gemeinsinn" weniger als 1 %. In der Shell-Prognose 1995 (Shell 1995) wurde mit 35 % bis 45 % noch von erheblich höheren Steigerungen der Fahrleistungen ausgegangen. Die relativ geringen Steigerungen der Fahrleistungen in der Shell-Prognose 1997 würden zusammen mit Effizienzgewinnen der Motorentech-

Abbildung II-1.6

Überblick über Prognosen zur Entwicklung der Güterfernverkehrsleistung in Deutschland im Jahr 2010 nach Verkehrsträgern



Quelle: TAB, nach Intraplan/IVT 1991; DIW 1994a; ifo 1995; PROGNOS 1996

nik bis zum Jahr 2010 zu Kraftstoffminderverbräuchen und damit zur Verminderung der CO_2-Emissionen führen. Auch die Esso-Energieprognose 1997 (Esso 1997) geht von Verminderungen der Kraftstoffverbräuche im Straßenverkehr bis zum Jahr 2010 aus, die sich bis 2020 sogar noch verstärken werden. Im Zeitraum bis zum Jahr 2000 ist nach dieser Prognose allerdings noch mit einer Steigerung des Kraftstoffbedarfs zu rechnen, der insbesondere durch die weiter zunehmenden Gütertransportleistungen auf der Straße verursacht wird.

Für den Bereich des *Güterfernverkehrs* sind (noch) stärkere Steigerungen der Transportleistung zu erwarten als für den Personenverkehr (Abb. II-1.6). Die verschiedenen Prognosen und Szenarien zeigen deutlichere Unterschiede als im Fall des Personenverkehrs (Abb. II-1.5). Alle im Rahmen des BVWP 92 erstellten Szenarien für den Güterfernverkehr (Kessel + Partner 1991) gehen für das Jahr 2010 zwar von einer ähnlichen Gesamttransportleistung aus, aber die Aufteilung auf den Straßen- und den Schienenverkehr ist unterschiedlich. Die angenommenen hohen Steigerungsraten des Gütertransports widersprechen der häufig geforderten „Entkoppelung" von Verkehrs- und Wirtschaftsleistung. Das von der Umweltministerkonferenz des Bundes und der Länder als Bezugsgrundlage für verkehrspolitische Maßnahmen geforderte Szenario G des BVWP 92 würde erhebliche Änderungen der politischen Rahmenbedingungen notwendig machen, um die angestrebten hohen Anteile der Bahn beim Gütertransport tatsächlich zu erreichen.

Die Prognosen der wirtschaftswissenschaftlichen Institute (DIW 1994a; ifo 1995; PROGNOS 1996) liegen alle niedriger als die zum BVWP 92 erstellten Prognosen bzw. Szenarien. Die beiden DIW-Szenarien „Trend" und „Verminderung" zeigen dabei ähnliche Gestaltungsspielräume für die Aufteilung des Straßen- und Schienengüterverkehrs auf wie die Szenarien G und H der BVWP 92-Prognose.

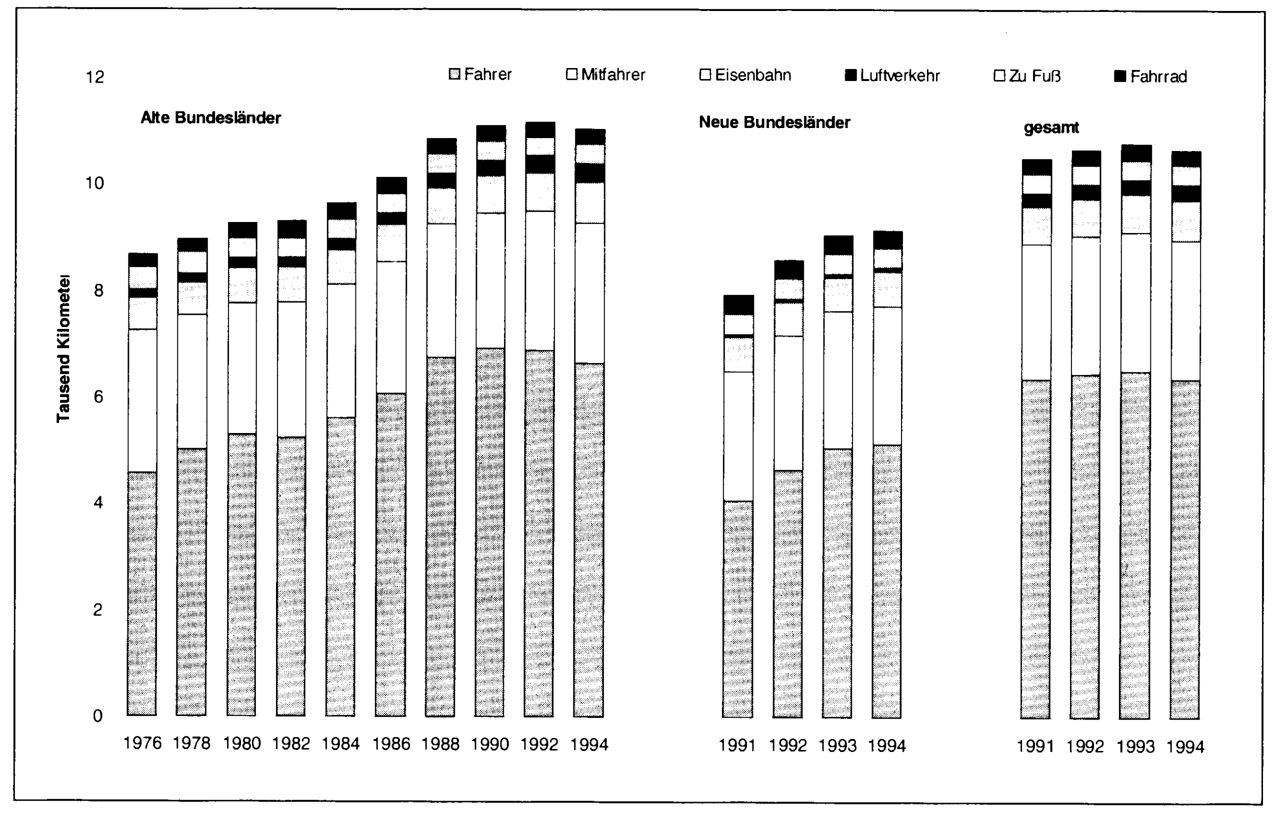
1.3 Spezifische Kenngrößen der Individual-Motorisierung

Die Entwicklung der Mobilitätskennziffern der letzten 40 Jahre erlaubt die folgenden Feststellungen:

- Die Zahl der pro Person und Tag zurückgelegten Wege haben sich im betrachteten Zeitraum kaum geändert. Wer das Haus verläßt, erledigt im Mittel etwa zwei Aktivitäten pro Tag und unternimmt dazu drei Wege (Brög 1992).

Abbildung II-1.7

Personenverkehrsleistung in den alten und neuen Bundesländern für unterschiedliche Verkehrsmittel (km pro Einwohner und Jahr), im Zeitraum von 1976 bis 1992 bzw. 1993



Quelle: TAB, nach Daten des DIW

– Die Verkehrsdauer pro Person und Tag hat geringfügig zugenommen, nach Brög beträgt sie etwa eine Stunde (Brög 1992), Kloas und Kuhfeld geben sie mit 75 Minuten an (DIW 1996b). Die Tatsache, daß die Verkehrsdauer seit langem nahezu unverändert eine Stunde pro Tag und Person beträgt, führte in der verkehrswissenschaftlichen Diskussion zur These des „konstanten Mobilitätszeitbudgets".

– Die pro Person und Tag zurückgelegte Entfernung ist deutlich gewachsen: betrug sie 1976 in den alten Bundesländern bereits 26 km, so stieg sie bis 1994 nach Berechnungen des DIW auf 32 km (DIW 1996b) an.

Die Entwicklung des motorisierten Individualverkehrs während der vergangenen Jahrzehnte war mit einem stetigen Anstieg der Pro-Kopf-Motorisierung verbunden. Während in den alten Bundesländern 1960 nur jeder zehnte Einwohner einen Pkw besaß, entfielen 1996 auf 1 000 Einwohner 510 Pkw (in den neuen Bundesländern 455/1 000 Einwohner).

Die erhebliche Zunahme der Anzahl der Pkw-Besitzer hat auch zu einer erheblichen Steigerung der Fahrleistung im motorisierten Individualverkehr geführt (Abb. II-1.7). Die Verkehrsleistung der öffentlichen Verkehrsträger dagegen stagnierte während der vergangenen Jahrzehnte.

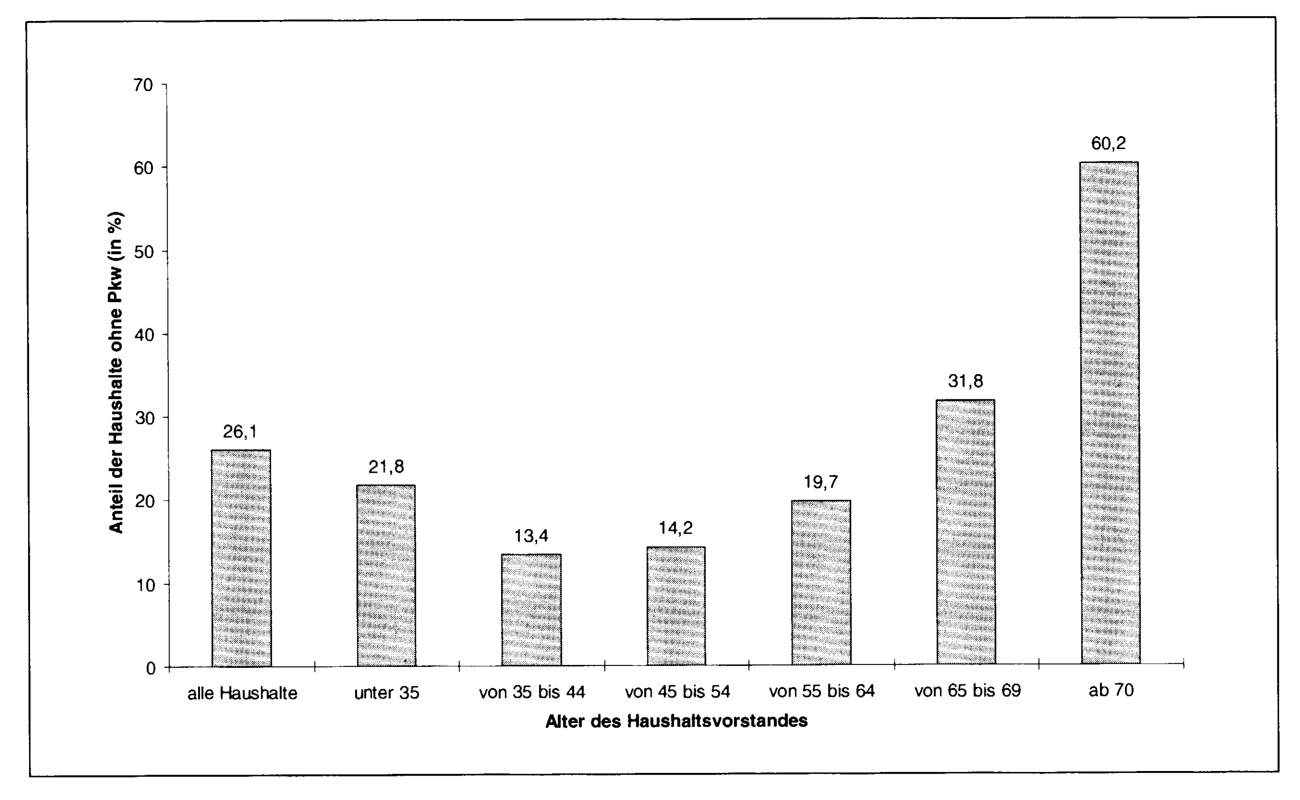
Die bereits erwähnte Aufschlüsselung der Verkehrsleistung im motorisierten Individualverkehr nach Verkehrszwecken (Abb. II-1.2) zeigt, daß der Freizeitverkehr und der Urlaubsverkehr dominieren. Hier waren während der vergangenen Jahre die höchsten Zuwächse zu verzeichnen, während Berufs-, Geschäfts-, und Ausbildungsverkehr nur noch geringfügig anstiegen bzw. stagnierten.

Trotz der stürmischen Entwicklung der Individual-Motorisierung während der vergangenen Jahrzehnte besaß nach Erhebungen der letzten Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS) im Jahr 1993 noch mehr als ein Viertel aller Haushalte keinen Pkw (Abb. II-1.8). Die Verteilung der Haushalte ohne Pkw hat eine typische Altersausprägung mit einem hohen Anteil der über 65jährigen, aber auch von den unter 35jährigen besitzen über 20 % keinen Pkw, jeweils bezogen auf den Haushaltsvorstand. In der Gruppe der Haushalte ohne Pkw sind besonders die Einpersonenhaushalte stark vertreten: im Bezugsjahr 1993 besaßen etwa 54 % aller Einpersonenhaushalte, etwa 62 % aller allein lebenden Frauen und etwa 40 % aller allein lebenden Männer keinen Pkw. Die Mobilitätsbedürfnisse dieser Gruppen müssen in der verkehrspolitischen Debatte stärker berücksichtigt werden.

Wie zu erwarten, steigt der Motorisierungsgrad mit dem verfügbaren Einkommen deutlich an (Abb. II-1.9),

Abbildung II-1.8

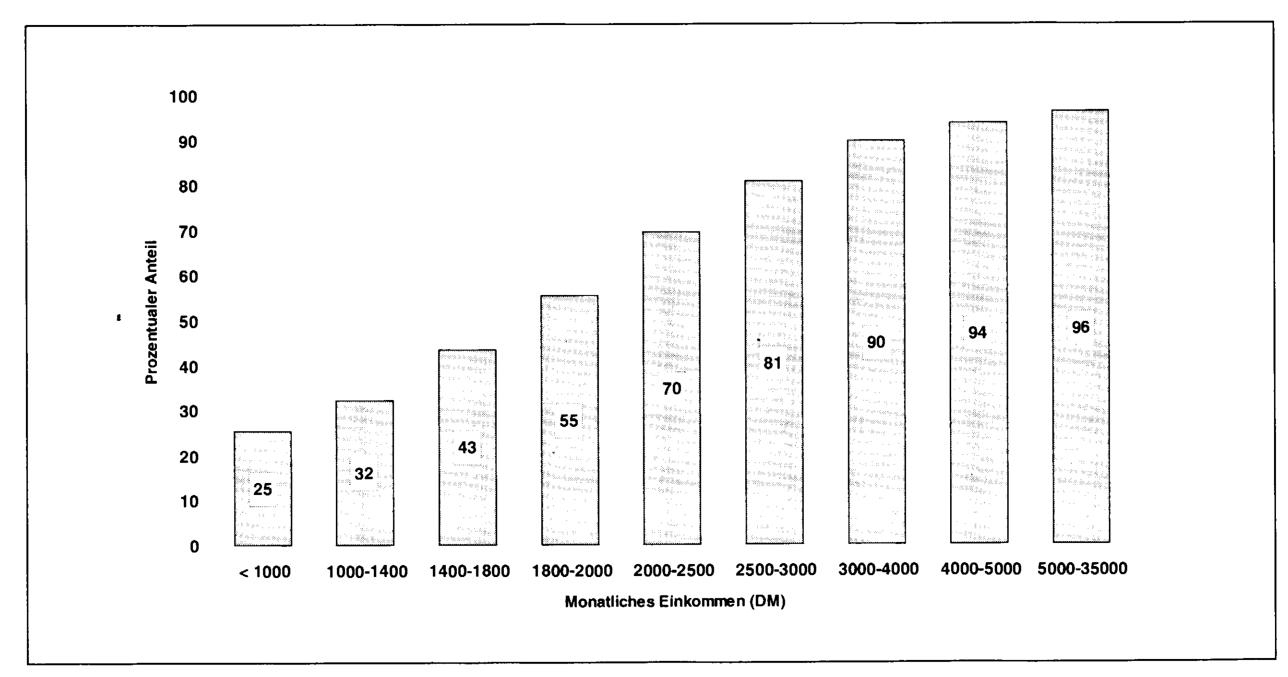
Anteile der deutschen Haushalte ohne Pkw im Jahr 1993, Untergliederung nach dem Alter des Haushaltsvorstandes



Quelle: Bundestags-Drucksache 13/5338

Abbildung II-1.9

Motorisierungsgrad privater Haushalte nach Einkommensklassen, Deutschland 1993 (%)



Quelle: TAB, nach Daten des Statistischen Bundesamtes (STABU 1994)

von etwa 25 % bei Haushalten mit einem monatlichen Nettoeinkommen von bis zu 1 000,– DM auf über 90 % bei Haushalten mit einem monatlichen Nettoeinkommen von über 4 000,– DM. Ein großer Teil der Haushalte mit niedrigem Einkommen dürfte auch zur Gruppe der in Einpersonenhaushalten Lebenden bzw. unter 35jährigen oder über 65jährigen gehören. Die Fahrleistung steigt mit dem verfügbaren Nettoeinkommen ebenfalls deutlich an, wenn auch nicht im gleichen Ausmaß wie die Motorisierung (Abb. II-1.10).

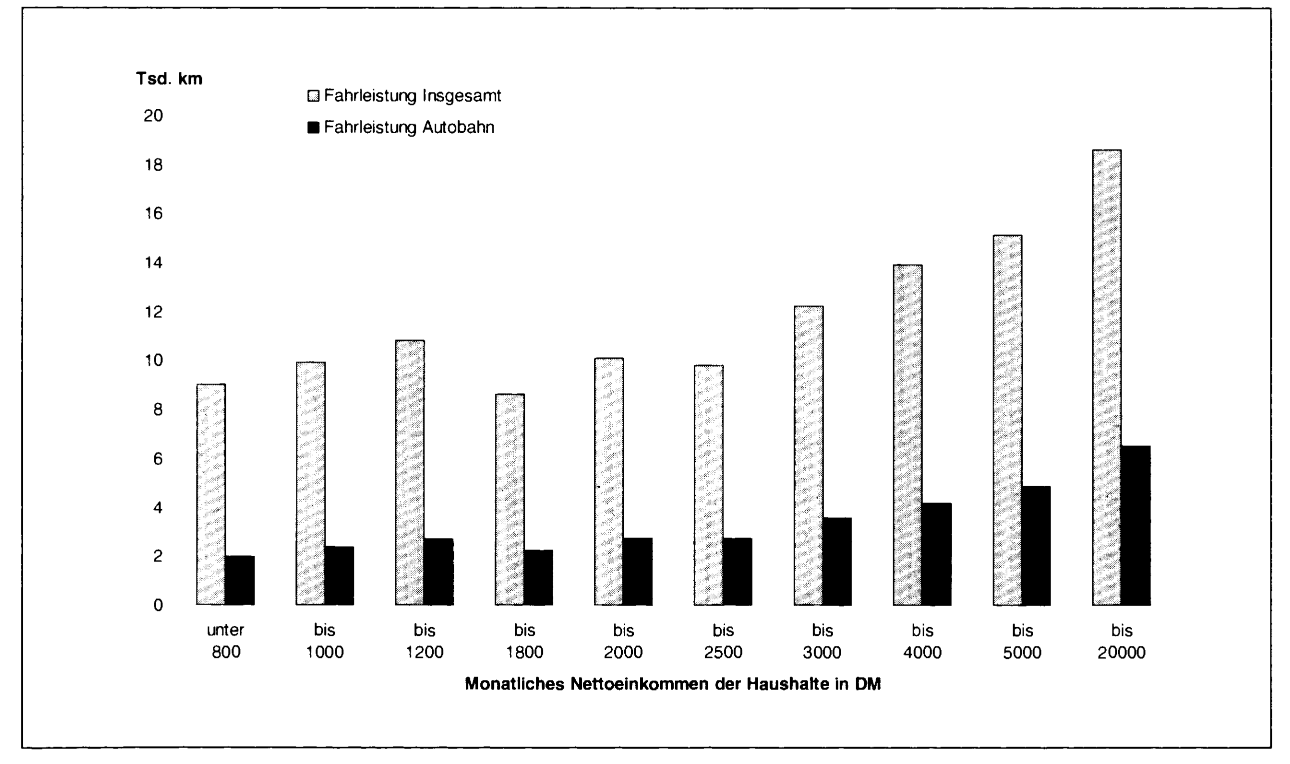
Die Entwicklung der Motorisierung ist von einigen typischen Merkmalen geprägt. Bezüglich der Größenklasse der Fahrzeuge ist während der vergangenen Jahre eine eindeutige Entwicklung zu Fahrzeugen mit größerem Hubraum und damit auch zu höherer Motorleistung festzustellen (Abb. II-1.11). Während bis Anfang der 70er Jahre Fahrzeuge der Hubraumklasse bis 1500 ccm den überwiegenden Anteil am Gesamtfahrzeugbestand stellten, ist dies mit einem Anteil von über 50 % heute die Klasse von 1500 bis 2000 ccm. Beachtenswert ist auch der erhebliche Anstieg des Anteils von Fahrzeugen mit über 2000 ccm Hubraum.

Die Verkehrsentwicklung der vergangenen Jahre im motorisierten Personenstraßenverkehr war entgegen vielfach geäußerter Einschätzungen nicht mit einer Verminderung des *auf die Verkehrsleistung bezogenen Energieverbrauchs* verbunden. Vielmehr stieg dieser Energieverbrauch bis Mitte der 80er Jahre an und stagniert seitdem auf hohem Niveau. Dieses überraschende Ergebnis läßt sich zum einen dadurch erklären, daß die erheblichen technischen Fortschritte bei der Entwicklung sparsamerer Motoren zum Teil durch den Einsatz dieser Motoren in größeren, komfortableren und damit auch schwereren Fahrzeugen sowie durch einen anhaltenden Trend hin zu leistungsstärkeren Fahrzeugen mit größerem Hubraum kompensiert wurden. Entscheidend ist jedoch die abnehmende Besetzungszahl der Fahrzeuge während der vergangenen Jahre; sie sank im Durchschnitt von etwa 1,8 Personen Mitte der 60er Jahre auf heute 1,4 Personen pro Fahrzeug.

Eine ähnliche Tendenz zeigt der Vergleich der Entwicklung der nominalen und der realen Treibstoffpreise während der vergangenen Jahre. Während die nominalen Preise für Normalbenzin seit Anfang der 70er Jahre mit erheblichen Schwankungen insgesamt anstiegen, war der Anstieg unter Berücksichtigung der Kaufkraftentwicklung (reale Preise) nur sehr geringfügig (Abb. II-1.12), für Dieselkraftstoff nahm der reale Preis sogar ab (Abb. II-1.13).

Abbildung II-1.10

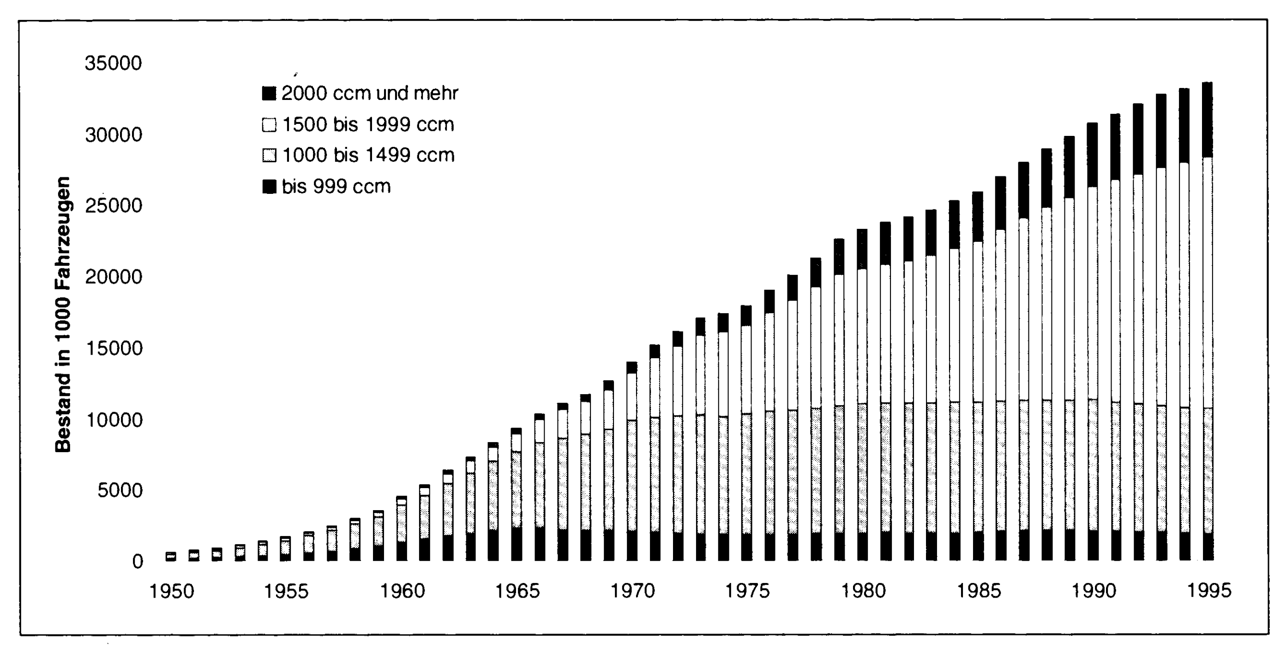
Fahrleistung privater Haushalte, in Abhängigkeit vom monatlichen Nettoeinkommen (Bezugsjahr 1988)



Quelle: TAB, nach Daten des DIW (keine neueren Daten verfügbar) (DIW 1996c)

Abbildung II-1.11

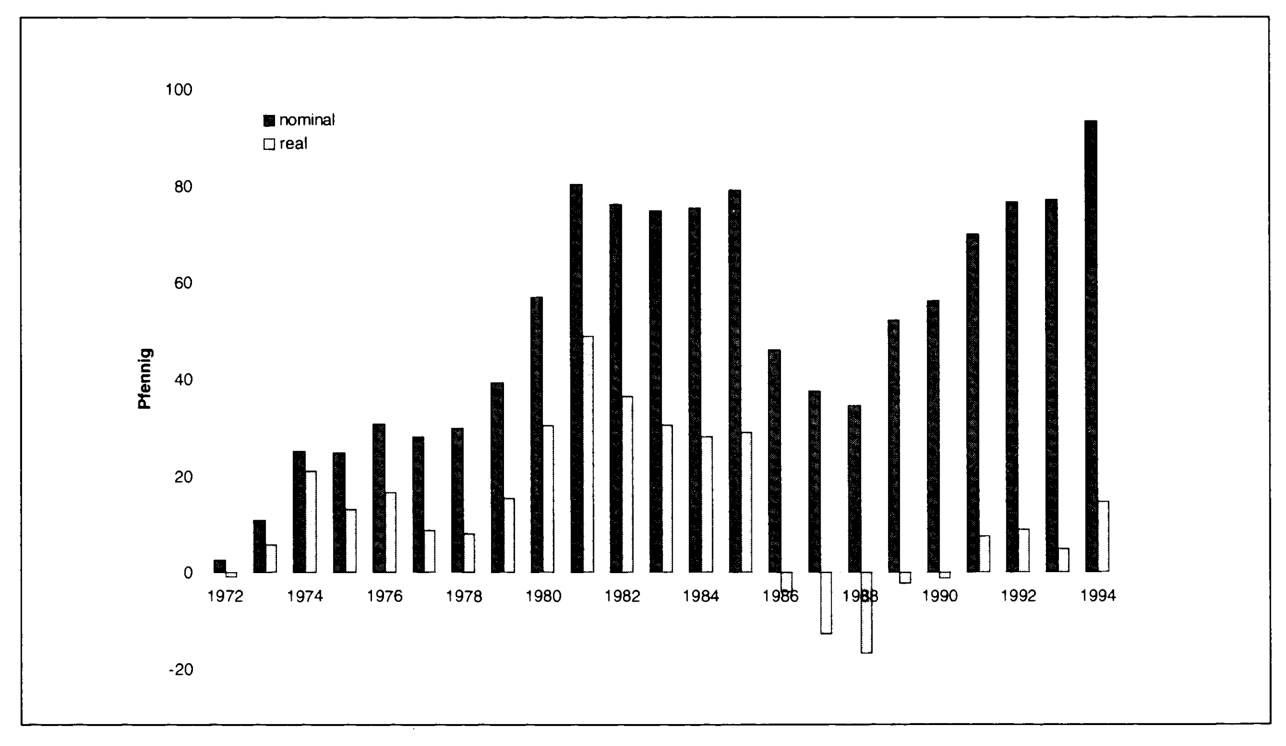
Entwicklung des Pkw-Bestandes in den alten Bundesländern im Zeitraum von 1950 bis 1995 nach unterschiedlichen Hubraumklassen



Quelle: TAB, nach Daten des Kraftfahrt-Bundesamtes

Abbildung II-1.12

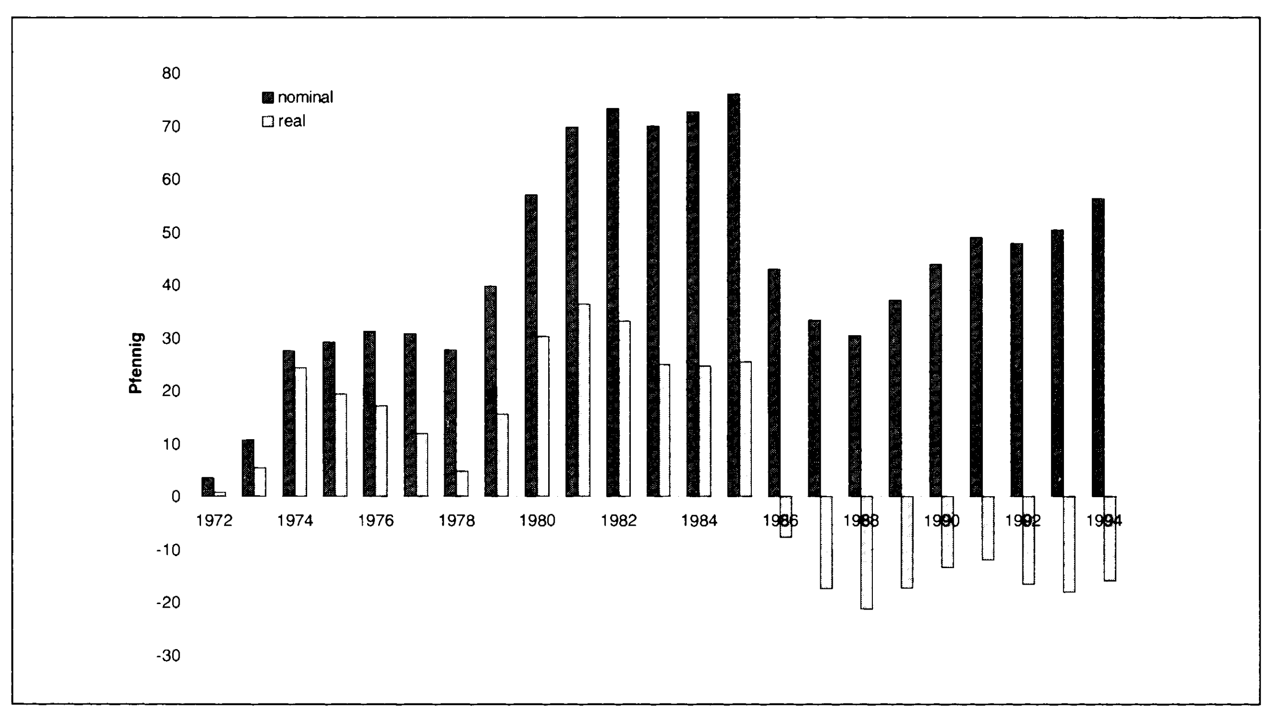
Entwicklung der mittleren Tankstellenpreise für Normalbenzin – alte Bundesländer, im Zeitraum von 1972 bis 1994, absolute Veränderung gegenüber dem Preis von 1971



Quelle: Berechnungen des TAB nach Daten des Statistischen Bundesamtes

Abbildung II-1.13

Entwicklung der mittleren Tankstellenpreise für Dieselkraftstoff – alte Bundesländer von 1972 bis 1994, absolute Veränderung gegenüber dem Preis von 1971



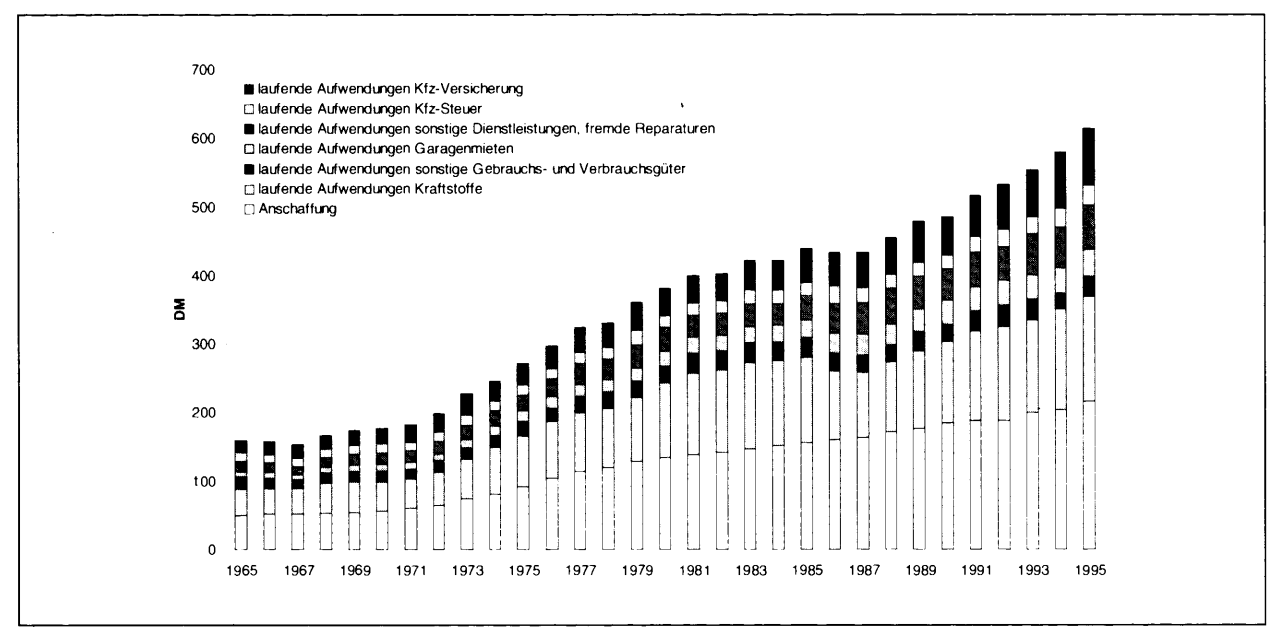
Quelle: Berechnungen des TAB nach Daten des Statistischen Bundesamtes

Sehr aufschlußreich sind auch die statistischen Daten zur *Kostenbelastung der privaten Haushalte* durch den motorisierten Individualverkehr, deren Höhe und Entwicklung häufig kritisiert werden. Grundlage für diese Kritik sind die in den vergangenen Jahren gestiegenen nominalen Kosten. So erhöhten sich z. B. die nominalen monatlichen Kfz-Kosten für den Referenzhaushaltstyp 2 der laufenden Wirtschaftsrechnungen des Statistischen Bundesamtes – Ehepaar mit zwei Kindern und mittlerem Einkommen – im Zeitraum von 1965 bis 1995 in den alten Bundesländern von etwa 170 DM auf über 600 DM (Abb. II-1.14). Der Anstieg wurde in vergleichsweise größerem Umfang durch die Anschaffungskosten der Kfz und die sonstigen laufenden Aufwendungen als durch die Kraftstoffkosten verursacht. Eine differenzierte haushaltsspezifische Analyse des Anteils der Kosten für Anschaffung und Unterhalt von Pkw am ausgabefähigen Einkommen zeigt jedoch (Abb. II-1.15), daß dieser Kostenanteil am ausgabefähigen Einkommen beim Referenzhaushaltstyp 2 während der vergangenen dreißig Jahre *abgenommen* hat; während er im Jahre 1965 noch 16 % betrug, liegt er inzwischen bei etwa 12 %. Eine ähnliche Entwicklung ergibt sich auch für den Referenzhaushaltstyp 3 der laufenden Wirtschaftsrechnungen Ehepaar mit 2 Kindern und höherem Einkommen; hier sank der Anteil der Kfz-Kosten am ausgabefähigen Einkommen im Zeitraum von 1965 bis 1995 von etwa 12 % auf etwa 9 %. Aus Statistiken zur Einkommensverteilung ergibt sich, daß die für diese beiden Referenzhaushaltstypen dargestellte Entwicklung für mindestens die Hälfte der Haushalte angenommen werden kann.

Interessant ist dabei auch die Tatsache, daß der Kostenanteil für die Fahrzeuganschaffung in etwa konstant bei 5 % des ausgabefähigen Einkommens verblieb. In diesem Kostenanteil verbirgt sich der bereits erwähnte Trend zu immer größeren, komfortableren und leistungsstärkeren Fahrzeugen. Der Anstieg der Kostenbelastung entspringt somit zu einem beträchtlichen Teil dem Wunsch nach höherem Komfort und mehr Leistungsstärke und ist nicht unmittelbare Folge staatlichen Handelns im Verkehrsbereich. Die Fahrleistungen werden zum allergrößten Teil auf Kurzstrecken, insbesondere auch in Ballungsräumen, und mit abnehmender Besetzungszahl erbracht. Weiterhin wirkt sich der Flächenbedarf der immer größer werdenden Fahrzeuge negativ auf das Verkehrsgeschehen, insbesondere die Parkraumsituation, aus.

Abbildung II-1.14

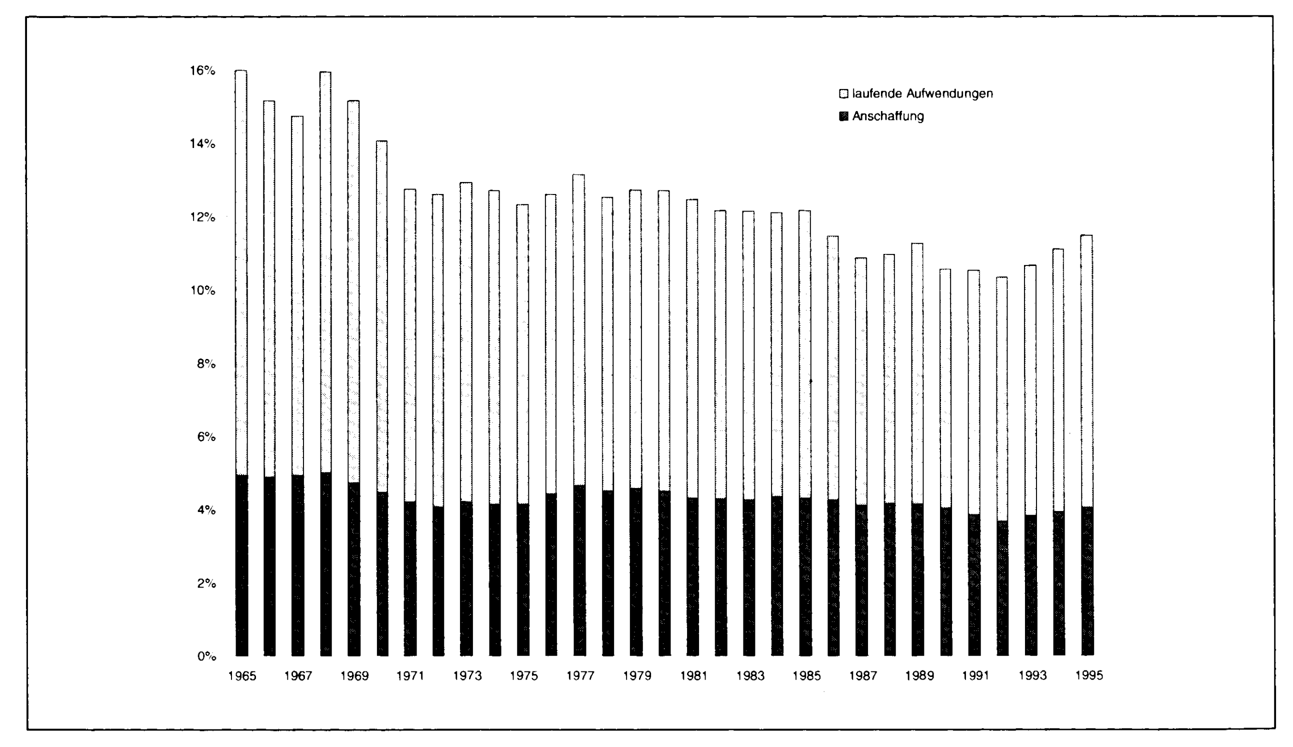
Entwicklung der monatlichen Kfz-Kosten bei Typ-2-Haushalten*) (nominal) – alte Bundesländer, im Zeitraum von 1965 bis 1995



*) Ehepaar mit zwei Kindern und mittlerem Einkommen
Quelle: TAB, nach Daten des DIW

Abbildung II-1.15

Anteil der Kfz-Kosten am ausgabefähigen Einkommen (real in Preisen von 1995) von Typ-2-Haushalten*) – alte Bundesländer, im Zeitraum von 1965 bis 1995



*) Ehepaar mit zwei Kindern und mittlerem Einkommen
Quelle: TAB, nach Daten des DIW

1.4 Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Der Verkehr in Form des Personen- und Güterverkehrs ist eine wesentliche Voraussetzung für die Funktionsfähigkeit und wirtschaftliche Leistungsfähigkeit hochentwickelter, arbeitsteiliger Gesellschaften. Dem großen Nutzen des Verkehrs stehen jedoch beträchtliche negative Folgeerscheinungen gegenüber: Verkehrsunfälle, Lärmbelästigung, Luftverschmutzung sowie Reisezeitverlängerungen durch die zunehmende Verkehrsdichte. Angesichts dieser Folgen kann das Wachstum der Personen- und Güterverkehrsströme nicht mehr automatisch als Voraussetzung für Wirtschaftswachstum, Wohlstand und Lebensqualität angesehen werden. Notwendig sind vielmehr Maßnahmen zu einer effizienteren und umweltverträglicheren Gestaltung des Verkehrs. Der Durchsetzung dieser Maßnahmen stehen jedoch eine Reihe von *Hemmnissen* entgegen. Hier ist einmal die *dynamische Entwicklung des Verkehrs*, insbesondere des motorisierten Straßenverkehrs, zu nennen, die nicht alleine durch die Verkehrspolitik verursacht wird, sondern in erheblichem Maße durch andere Politikbereiche, die verkehrsinduzierende Wirkungen besitzen. Auch ist die verkehrspolitische Diskussion teilweise durch *pauschale Voreinschätzungen* geprägt, die konsequentem verkehrspolitischem Handeln im Hinblick auf die Erreichung der angestrebten Ziele entgegenstehen können.

Die Verkehrsentwicklung vollzieht sich mit einer Dynamik, die den zeitlichen Entwicklungsgang fast aller Kenngrößen des wirtschaftlichen und sozialen Lebens übertrifft. So zeigt die hier durchgeführte Interpretation verkehrsstatistischer Daten, daß das *Wachstum der Verkehrsleistung des motorisierten Individualverkehrs* (Personenkilometer pro Jahr) während der vergangenen Jahrzehnte in den alten Bundesländern Deutschlands erheblich über dem Wachstum des realen verfügbaren Einkommens der Haushalte lag. Die Aufschlüsselung der Verkehrsleistung im motorisierten Individualverkehr weist den Freizeitverkehr als den dominanten Verkehrszweck aus, der während der vergangenen Jahre zudem die höchsten Zuwächse zu verzeichnen hatte, während Berufs-, Geschäfts- und Ausbildungsverkehr nur noch geringfügig anstiegen bzw. stagnierten. Auch beim *Gütertransport* ist der *Straßenverkehr der bedeutendste Verkehrsträger* und in der langfristigen Entwicklung der deutliche Gewinner. Während die Steigerungsrate der Güterverkehrsleistung (Tonnenkilometer pro Jahr) insgesamt ähnlich der des Bruttoinlandprodukts (BIP) verlief, übertrifft das Wachstum des Straßengüterverkehrs das des BIP erheblich. Bemerkenswert sind die Steigerungsraten des Straßengüterfernverkehrs im Entfernungsbereich über 300 km. Diese übertreffen nicht nur die entsprechenden Raten des ebenfalls spürbar wachsenden Straßengüternahverkehrs, sondern auch die des in diesem Entfernungsbereich theoretisch konkurrenzfähigen Schienenverkehrs.

Die dargestellte Entwicklung des Personen- und Güterverkehrs im Vergleich zu Kenngrößen der gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Entwicklung macht deutlich, daß bislang *keine Entkoppelung von Verkehrsleistung und Wirtschaftswachstum*, wie sie beispielsweise im Bereich der Energieversorgung durch die Ölpreiskrisen angestoßen wurde, nachweisbar ist. Die vorliegenden Rahmenbedingungen der Verkehrsentwicklung werden ohne gegensteuernde Maßnahmen zu einer weiteren erheblichen Zunahme der Verkehrsleistung führen und deren negative Auswirkungen verstärken. Entsprechend gewinnen Maßnahmen zur *Entlastung des Verkehrsnetzes*, im wesentlichen des Straßenverkehrsnetzes, die auf technische, organisatorische und infrastrukturelle Verbesserungen zur Verflüssigung des Verkehrs und darüber hinaus auf die Vermeidung „überflüssigen" bzw. „überflüssigerweise erzwungenen" Verkehrs zielen, sowie zur *Verlagerung vor allem von Straßenverkehr auf umweltschonendere Verkehrsträger* an Bedeutung und auch an Akzeptanz.

Nach allen in diesem Abschnitt vorgestellten Prognosen und Szenarien ist mit einem *Anhalten der dynamischen Entwicklung des Personen- und Güterverkehrs* zu rechnen. Insgesamt zeigen diese Prognosen bzw. Szenarien ähnliche Entwicklungen. Dies bestätigt die häufig geäußerte Kritik, daß die Möglichkeit, Szenarien als Instrumente einer Potential- und Folgenabschätzung unterschiedlicher politischer Gestaltungsansätze anzuwenden, bisher im Verkehrsbereich nur unzureichend genutzt wird. Das Szenario G des BVWP 92 ist eines der wenigen Beispiele für diese Vorgehensweise. Verkehrspolitische Bedeutung hat dieses Szenario jedoch nicht erlangt. Vielmehr wird diesem Szenario in den offiziellen Berichten des BMV nur der Status einer Sensitivitätsanalyse gegeben.

Auch die Shell-Prognosen von 1995 und 1997 enthalten Szenarien, die mit unterschiedlichen gesellschaftlichen Entwicklungen und unterschiedlichen politischen Rahmenbedingungen verbunden sind (Shell 1995; Shell 1997). Auf die genauere Ausgestaltung dieser Rahmenbedingungen als Voraussetzung für entsprechende Maßnahmen wird jedoch nicht eingegangen. Hervorzuheben ist jedoch, daß in der Shell-Prognose 1997 erstmals mittel- und langfristig eine *Reduktion des Gesamtkraftstoffverbrauchs der deutschen Pkw-Flotte* vorausgesagt wird; diese Reduktion soll mittelfristig bis zum Jahr 2010 etwa 10–15 % und längerfristig bis zum Jahr 2020 über 30 % betragen. Ursachen für diese Reduktion sind neben der im Vergleich zu früheren Prognosen geringeren Steigerung der Fahrleistung insbesondere die sich auch im Bereich der Ottomotoren abzeichnenden neuen technischen Entwicklungen, die erhebliche Kraftstoffverbrauchseinsparungen ermöglichen. Auch die Esso-Energieprognose 1997 geht von Verminderungen der Kraftstoffverbräuche im Straßenverkehr bis 2010 aus (Esso 1997). Im Zeitraum bis zum Jahre 2000 ist nach dieser Prognose allerdings noch mit einer Steigerung des Kraftstoffbedarfs zu rechnen, der insbesondere durch die weiter zunehmenden Gütertransportleistungen auf der Straße verursacht wird. Die Kraftstoffverbrauchsreduktion ist gekoppelt mit einer CO_2-Emissionsreduktion. Sollten die Prognosen der Mineralölwirtschaft tatsächlich eintreten, so wird mit der bisherigen Entwicklung gebrochen, daß technische Effizienzgewinne, wie z. B. die Verbrauchsminderung der Fahrzeuge, durch Ver-

haltensänderungen relativiert, ja sogar kompensiert werden. Es ist jedoch zu betonen, daß diese umweltpolitisch begrüßenswerte Entwicklung nur dann zu erwarten sein wird, wenn sich der Trend zu immer leistungsstärkeren Fahrzeugen und zu Spezialfahrzeugen, wie Off-Road-Fahrzeugen, nicht fortsetzt.

Prognose- und Szenariorechnungen im Verkehrsbereich müssen sich der *grundsätzlichen Kritik* stellen, daß sie in der bisher praktizierten Form letztlich nur stabilisierenden Einfluß in Hinblick auf eine kontinuierliche Weiterentwicklung des motorisierten Individualverkehrs besitzen. Sie berücksichtigen die Möglichkeiten weitergehender Kursänderungen und die dadurch zu erwartenden unterschiedlichen Synergieeffekte bisher nur ungenügend (Petersen/Schallaböck 1996). Petersen und Schallaböck weisen darauf hin, daß die systematische Unterschätzung der Dynamik der Entwicklung des motorisierten Individualverkehrs in fast allen bisherigen Prognosen von erheblicher Bedeutung für die Verkehrspolitik gewesen ist. Als Folge der regelmäßigen Vorhersagen, daß nach einem noch nennenswerten Zuwachs des Verkehrs in den nächsten Jahren alsbald Sättigungstendenzen der Verkehrsentwicklung zu erwarten seien, konnten anstehende Straßenbaumaßnahmen begründet werden. Aus den Prognosen war jedoch kein Bedarf für eine Dämpfung der Verkehrsentwicklung ableitbar, da sie weitgehend übereinstimmend davon ausgingen, daß sich der Wachstumsprozess der Verkehrsentwicklung von selbst stabilisieren werde.

Natürlich kann die Verkehrspolitik nicht auf Prognosen und Zukunftsszenarien verzichten. Sie muß diese Instrumente aber stärker als bisher für die *Gestaltung* zukünftiger verkehrspolitischer Entwicklungen und als Grundlage für die Analyse von Maßnahmen zur Erreichung verkehrspolitischer Ziele nutzen.

Die in Abschnitt I.1.3 dargestellten Ergebnisse einer haushaltsspezifischen Analyse der Kostenbelastung privater Haushalte durch den motorisierten Individualverkehr zeigen, daß die häufig geäußerte pauschale Kritik an der Höhe und Entwicklung dieser Belastung kaum gerechtfertigt ist. Diese Kritik orientiert sich in erster Linie an der Entwicklung der *nominalen* Kosten; der *Anteil der Kosten für Anschaffung und Unterhalt von Personenkraftwagen am ausgabefähigen Einkommen* ist aber während der vergangenen dreißig Jahre mindestens bei der Hälfte der Haushalte gesunken. Insofern eine solche statistisch nicht belegte pauschale Voreinschätzung zur Kostenbelastung darauf abzielt, preisliche Maßnahmen von vornherein als unzumutbare Zusatzbelastung einer bereits heute inakzeptablen Belastungssituation darzustellen, stellt sie ein Hemmnis für die Akzeptanz und damit der Durchsetzbarkeit verkehrspolitischer Lösungen dar.

Ein weiteres Beispiel für die Bedeutung pauschaler Voreinschätzungen in der verkehrspolitischen Diskussion ist die Tatsache, daß die Verkehrsentwicklung der vergangenen Jahre im motorisierten Personenstraßenverkehr entgegen vielfach geäußerter Einschätzungen *nicht mit* einer *Verminderung des auf die Verkehrsleistung (Personenkilometer – Pkm) bezogenen Energieverbrauchs verbunden war.* Vielmehr stieg dieser spezifische Energieverbrauch bis Mitte der 80er Jahre an und stagniert seitdem auf hohem Niveau. Diese Entwicklung wurde einmal dadurch verursacht, daß die erheblichen technischen Fortschritte bei der Entwicklung sparsamerer Motoren zum Teil durch den Einsatz dieser Motoren in größeren, komfortableren und damit auch schwereren Fahrzeugen sowie durch einen anhaltenden Trend hin zu leistungsstärkeren Fahrzeugen mit größerem Hubraum kompensiert wurden. Entscheidend ist jedoch die abnehmende Besetzungszahl der Fahrzeuge während der vergangenen Jahre; sie sank im Gesamtdurchschnitt von etwa 1,8 Personen Mitte der 60er Jahre auf heute 1,4 Personen pro Fahrzeug.

2. Dimensionen der Umweltbelastung durch den Verkehr

Während bei den Emissionen aus Industrieanlagen schon in den achtziger Jahren sowohl absolut wie auch relativ zu anderen Emittentengruppen erhebliche Minderungen erreicht wurden, konnte der Verkehr eine Entwicklung zu deutlichen Emissionsminderungen erst in den vergangenen Jahren einleiten. Dies verdeutlicht Abschnitt II.2.1, der für ausgewählte Schadstoffe einen Überblick über die Entwicklung der Emissionen des Verkehrs vor dem Hintergrund der Entwicklung der Emissionen insgesamt bietet.

Der in Abschnitt II.2.2 durchgeführte Vergleich der durch die Nutzung verschiedener Verkehrsträger – Bahn bzw. ÖPNV, PkW, Flugzeug – verursachten Emissionen von Luftschadstoffen gibt Auskunft über die „relative Umweltfreundlichkeit" dieser Verkehrsträger.

2.1 Entwicklung ausgewählter Emissionen des Verkehrs im Überblick

Im Bericht der Bundesregierung „Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung in Deutschland" (BMU 1997a), im sechsten Immissionsschutzbericht der Bundesregierung (Bundesregierung 1996a), im Bericht „Daten zur Umwelt" (UBA 1997b) und in neueren umweltstatistischen Informationen des Umweltbundesamtes (UBA 1998) wird auf die folgenden Umweltbelastungen durch den Verkehr hingewiesen:

- Emissionen klimawirksamer Gase, insbesondere Kohlendioxid: Der Verkehr trägt in Deutschland mit etwa 20% (Bezugsjahr 1996) zu den CO_2-Emissionen bei; die CO_2-Emissionen des Verkehrs stiegen bis 1996 kontinuierlich an.
- Emissionen der Vorläuferstoffe des Sommersmogs: Mit einem Anteil von etwa 61% an den Stickstoffoxidemissionen und von etwa 31% an den Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffemissionen war der Verkehr 1996 der Hauptverursacher des Sommersmogs.
- Lärmemissionen: 17% der Wohnungen sind tagsüber Außengeräuschpegeln von über 65 Dezibel ausgesetzt.

- Emissionen gesundheitsschädlicher Stoffe, wie insbesondere Benzol und Dieselruß.
- Versauerung und Eutrophierung großer Teile der natürlichen Umwelt, insbesondere durch Stickoxidemissionen.
- Flächeninanspruchnahme: Die Zerschneidung und Versiegelung von Flächen durch Verkehrswege beeinträchtigen die Lebensräume bedrohter Tier- und Pflanzenarten und tragen zum Rückgang der biologischen Vielfalt bei; auch wird die Nutzung als Erholungsraum für den Menschen damit eingeschränkt.
- Abfall: Jährlich werden in Deutschland ca. 2,7 Mio. Pkw ausrangiert; ein großer Teil des Materials geht dem Wirtschaftskreislauf verloren.

Die erheblichen *Fortschritte bei den Minderungstechniken* für die Schadstoffemissionen von Kraftfahrzeugen werden wegen der langen Umsetzungszeiten von neuen Emissionsgrenzwerten in der gesamten Fahrzeugflotte und wegen der dynamischen Entwicklung des Verkehrs, die technische Fortschritte bei der Emissionsminderung relativiert und teilweise sogar kompensiert, erst mit deutlicher zeitlicher Verzögerung wirksam. Während bis Ende der achtziger Jahre die Emissionen der Massenschadstoffe NO_x und NMVOC noch anstiegen bzw. stagnierten, ist seitdem eine deutliche Minderung eingetreten, die für NMVOC mit über 60 % besonders ausgeprägt ist und für NO_x etwa 24 % beträgt, jeweils bezogen auf den Zeitraum von 1990 bis 1996. Für den Schadstoff CO ist bereits seit Mitte der siebziger Jahre eine kontinuierliche Minderung zu verzeichnen, die sich seit 1990 deutlich verstärkt hat (Abb. II-2.1). Bei den krebserzeugenden bzw. begründet krebsverdächtigen Emissionen des motorisierten Straßenverkehrs wurde im Falle von Benzol im Zeitraum von 1990 bis 1996 eine beachtliche Minderung von über 60 % erreicht (1990: 68,7 Kt/a, 1996: 24,7 Kt/a), während bei den Dieselrußemissionen noch kein vergleichbarer Minderungserfolg zu verzeichnen war (1990: 40,5 Kt/a, 1996: 39,9 Kt/a) (UBA 1997d). Beim Dieselruß zeigt sich wiederum der bereits genannte Kompensationseffekt, daß nämlich die technischen Fortschritte der Emissionsminderung wegen des zunehmenden Anteils von Fahrzeugen mit Dieselmotoren in der Emissionsbilanz nicht deutlich werden.

Für die Zukunft läßt sich mit dem *zunehmenden Wirksamwerden der Grenzwerte für Schadstoffemissionen von Pkw* (EURO2- und EURO3-Normen) für die Gesamtflotte eine weitere deutliche Minderung der Emissionen abschätzen. Dies gilt auch für die durch die genannten EURO-Normen nicht geregelten CO_2-Emissionen, da, wie in Abschnitt II.1.2 ausgeführt, deutliche Verringerungen nicht nur der spezifischen Kraftstoffverbräuche der Fahrzeuge, sondern auch des Gesamtkraftstoffverbrauchs zu erwarten sind.

Die Umweltbelastung durch den Verkehr wird in den genannten Berichten sowie im Bericht der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre" des Deutschen Bundestages (EK 1994) umfassend dargestellt. In diesen Berichten werden die Umweltauswirkungen zumeist als stoffbezogene Einzelphänomene behandelt. Schwerpunkt der Darstellungen ist häufig die Entwicklung der *Emissionen* der Verkehrsmittel. Diese Beschränkung auf die Emissionen stellt jedoch im allgemeinen keine hinreichende *Beurteilungsgrundlage für die Umweltbelastung* dar. Nur für die klimawirksamen Stoffe, wie z. B. CO_2, kann auf der Grundlage von bereits durchgeführten Modellrechnungen unmittelbar von den Emissionen auf die potentielle Wirkung geschlossen werden. Diese infrarot aktiven Spurengase verteilen sich weltweit und beeinflussen den globalen Strahlungshaushalt der Erde (allerdings können die potentiellen Auswirkungen des globalen Treibhauseffekts lokal durchaus unterschiedlich sein). Das stetige Anwachsen der CO_2-Emission aus dem Straßenverkehr auf den Anteil von inzwischen 20 % an der Gesamt-CO_2-Emission hat somit unmittelbaren Wirkungsbezug (Abb. II-2.1).

Bei der Vielzahl der *human- und ökotoxischen Stoffe*, die der motorisierte Straßenverkehr emittiert (SRU 1994), ist jedoch eine wirkungsbezogene Analyse erforderlich. Hierzu sollte zumindest die Immissionsbelastung durch diese Stoffe angegeben werden, da die Schadenswirkung dieser Stoffe abhängig ist von der einwirkenden Immissionsbelastung. So lassen die in den vergangenen Jahren erreichten beachtenswerten Reduktionen der CO- und NMVOC-Emissionen durch den Straßenverkehr (Abb. II-2.1) keine hinreichenden Aussagen über die Qualität des erreichten Umweltzustandes zu. Der Umweltrat weist in diesem Zusammenhang insbesondere auf das erhebliche kanzerogene Potential einer Reihe von NMVOC sowie von Dieselruß hin (SRU 1994; SRU 1996). Die Problematik der Dieselrußemissionen wurde durch neuere Untersuchungen, die hoch kanzerogene Inhaltsstoffe im Dieselruß nachweisen, noch verstärkt (Suzuki et al. 1997).

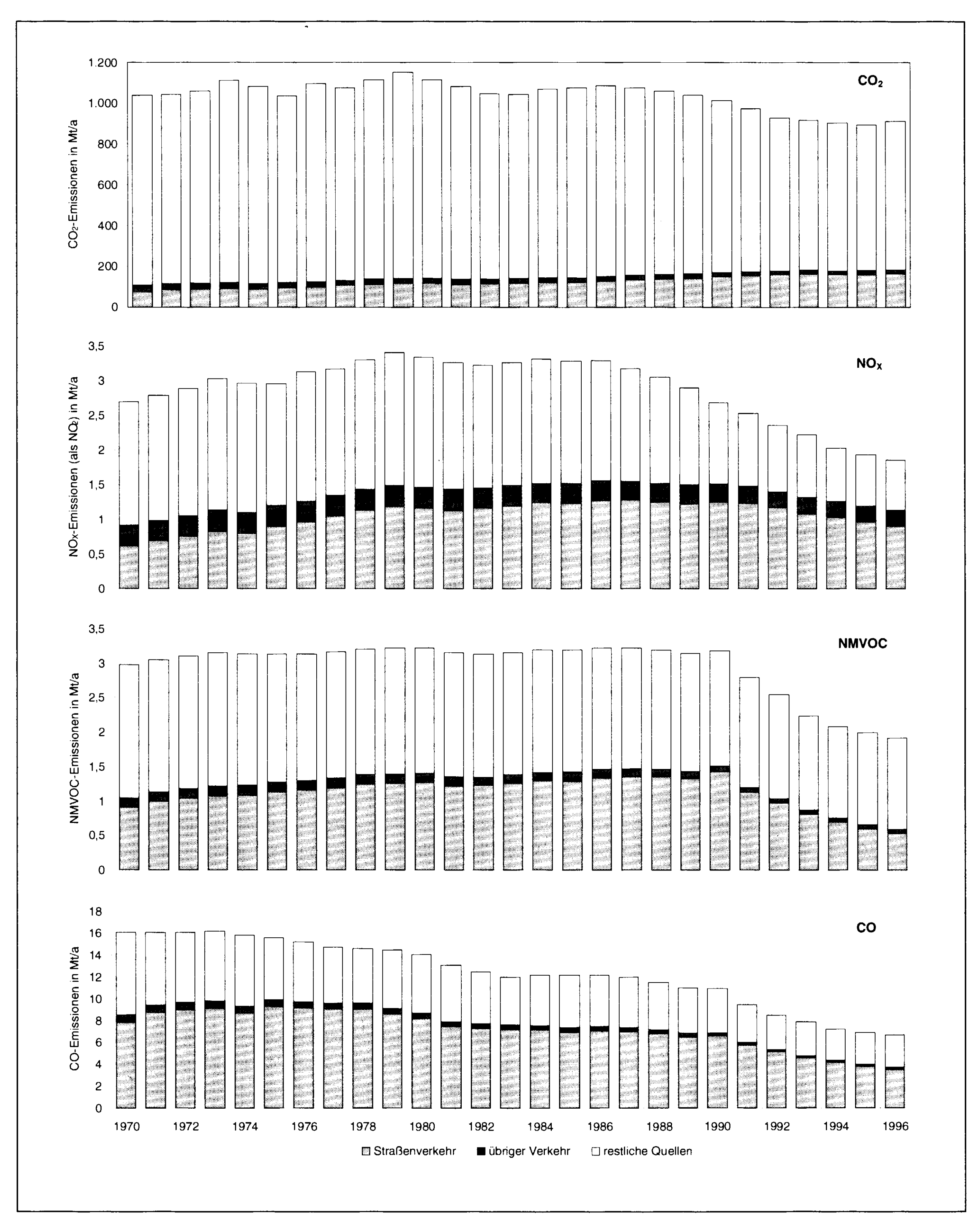
Die im März 1997 in Kraft getretene 23. Verordnung zur Durchführung des Immissionsschutzgesetzes (23. BImSchV) legt für bestimmte Straßen und Gebiete Konzentrationen für luftverunreinigende Stoffe fest, bei deren Überschreiten Maßnahmen zur Verkehrsbeschränkung zu prüfen sind. Zu nennen sind hier insbesondere Benzol und Dieselruß, die nach Einschätzung von Expertenkommissionen zur Bewertung toxikologischer und ökologischer Wirkungen, wie dem Umweltrat (SRU) und der MAK-Kommission, ein kanzerogenes Wirkungspotential besitzen. Es wurden die folgenden Konzentrationswerte festgelegt, bei deren Überschreitung weitergehende Maßnahmen zu prüfen sind:

1. Stickstoffoxid: 160 $\mu g/m^3$
   (98-Prozent-Fraktil-Wert aller Halbstundenwerte eines Jahres)
2. Ruß: ab 1. Juli 1995 14 $\mu g/m^3$ und ab 1. Juli 1998 8 $\mu g/m^3$
   (jeweils arithmetischer Jahresmittelwert)
3. Benzol: ab 1. Juli 1995 15 $\mu g/m^3$ und ab 1. Juli 1998 10 $\mu g/m^3$
   (jeweils arithmetischer Jahresmittelwert)

Zeitgleich mit der 23. BImSchV ist die Allgemeine Verwaltungsvorschrift über straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen bei Überschreiten von Konzentra-

Abbildung II-2.1

Entwicklung der CO_2-, NO_x-, NMVOC- und CO-Emissionen in der Bundesrepublik Deutschland – Anteil des Straßenverkehrs, des sonstigen Verkehrs und sonstiger Quellen, im Zeitraum von 1970 bis 1996



Quelle: TAB, nach Daten des UBA 1997, 1998

tionswerten nach der 23. BImSchV (VwV-StV-ImSch) in Kraft getreten, die verbindliche Kriterien zur einheitlichen Handhabung des Ermessens bei der Entscheidung über Verkehrsbeschränkungen und -verbote enthält. Die für die Verbesserung der Immissionssituation sehr bedeutsame Umsetzung der 23. BImSchV erfordert somit eine effiziente Zusammenarbeit von Immissionsschutzbehörden, die das Überschreiten der oben genannten Konzentrationswerte festzustellen haben, und von Straßenverkehrsbehörden, die die Notwendigkeit des Einsatzes verkehrsbeschränkender Maßnahmen prüfen und gegenüber anderen verkehrlichen Erfordernissen abwägen müssen. Angesichts dieser nicht einfachen verwaltungstechnischen Umsetzung sollte die tatsächliche Wirkung der 23. BImSchV in wissenschaftlichen Begleituntersuchungen analysiert werden.

Die Notwendigkeit immissionsorientierter Analysen als Grundlage für weitergehende Wirkungsabschätzungen gilt auch für die Bildung von *troposphärischem Ozon*. Ozon ist ein wesentlicher Bestandteil des sogenannten Sommersmogs. Dieser besteht aus Photooxidantien, zu denen neben Ozon z. B. Peroxiacetylnitrat, Acrolein, Peroxi- und Hydroxylradikale und Peroxide gehören. Die Photooxidantien werden unter Einfluß von intensiver Sonnenstrahlung aus den sogenannten Vorläuferstoffen, Stickstoffoxiden (NO_x) und flüchtigen Kohlenwasserstoffen (NMVOC), gebildet. Ozon ist also ein sogenannter Sekundärschadstoff. Die Emissionen des Straßenverkehrs sind, wie erwähnt, mit etwa 60 % der NO_x-Emissionen und etwa 30 % der NMVOC-Emissionen die bei weitem bedeutendsten Verursacher dieser Vorläuferstoffe. Die Höhe der Ozonkonzentration hängt dabei nicht nur von den absoluten Immissionswerten der Vorläuferstoffe, sondern auch von dem Verhältnis der Immissionswerte ab, was die Durchführung wirkungsvoller Minderungsmaßnahmen erheblich erschwert. Der photochemische Bildungsprozeß führt zu einem typischen Tagesgang der Ozonkonzentration, der während strahlungsintensiver Perioden seine Höchstwerte erreicht.

Die Wirkungen erhöhter Ozonkonzentrationen auf die Gesundheit des Menschen waren in den letzten Jahren Gegenstand intensiver fachlicher und öffentlicher Diskussionen. Mit der im Juli 1995 in Kraft getretenen *Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes („Ozongesetz")* liegt eine bundeseinheitliche Regelung zur kurzfristigen Absenkung von hohen Ozonkonzentrationen vor. Sie sieht Fahrverbote für Kraftfahrzeuge vor, außer für solche mit geringem Schadstoffausstoß, wenn an mindestens drei Meßstationen im Bundesgebiet, die mehr als 50 km und weniger als 250 km voneinander entfernt sind, eine Ozonkonzentration von mehr als 240 $\mu g/m^3$ als Stundenmittel erreicht wird und Ozonkonzentrationen in gleicher Höhe an diesen Meßstationen im Laufe des nächsten Tages zu erwarten sind. Die Höhe des Eingriffswerts, die Meßvorschrift und die Vielzahl der vorgesehenen Ausnahmen vom Fahrverbot haben zu heftiger Kritik in der Öffentlichkeit geführt. Der Umweltrat hat zur Ozonproblematik mehrfach Stellung bezogen. In seinem Umweltgutachten 1996 weist er nachdrücklich darauf hin, daß bei jeder Art von Regelung, insbesondere bei der Festlegung von Grenzwerten, nicht nur auf akute Reizwirkung abgehoben werden sollte, sondern daß ebenso, wenn nicht sogar stärker, die Langzeiteffekte, wie die mutagene und kanzerogene Wirkung sowie die vorzeitige Gewebealterung, berücksichtigt werden sollten (SRU 1996).

Insgesamt sind die vom Umweltrat in seinem Umweltgutachten 1994 (SRU 1994) vorgegebenen Minderungsziele für die Emissionen des Verkehrs immer noch aktuell (Tab. II-2.1), um die vom Umweltrat angestrebten Umweltqualitätsziele zu erreichen.

Tabelle II-2.1

Notwendige Minderung der Verkehrsemissionen und des Verkehrslärms, um die angestrebten Umweltqualitätsziele in verschiedenen Umweltbereichen zu erreichen (SRU 1994)

Umweltbereich	*Umweltziel*
Sommersmog	– −80 % NMVOC bis 2005 (bezogen auf 1987) – −80 % NO_X bis 2005 (bezogen auf 1987)
Treibhausgase	– −30 % CO_2 bis 2005 (bezogen auf 1987) – −30 % CH_4 bis 2005 (bezogen auf 1987) – −60 % CO bis 2005 (bezogen auf 1987) NMVOC und NO_X vgl. Sommersmog
Toxische Stoffe	Senkung Gesamtkrebsrisiko – −90 % bis 2005 (bezogen auf 1988) – langfristig: −99 %
Lärm	langfristig: Planungsrichtlinien der DIN 18005 für allgemeine Wohngebiete 55 dB(A) tagsüber und 40–45 dB(A) nachts für reine Wohngebiete 50 dB(A) tagsüber und 35–40 dB(A) nachts

Quelle: SRU 1994 (modifiziert)

2.2 Vergleichende Analyse der Emissionen verschiedener Verkehrsträger im Nah- und Fernverkehr

Der in Abschnitt II.2.1 gegebene Überblick über die Emissionen unterschiedlicher Luftschadstoffe in der Bundesrepublik Deutschland im Zeitraum von 1970 bis 1994 zeigt, daß der Straßenverkehr bei Kohlendioxid (CO_2), bei den Stickstoffoxiden (NO_x), beim

Kohlenmonoxid (CO) und bei den Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffen (NMVOC) einen wesentlichen Beitrag zu den Gesamtemissionen liefert und daß der Anteil des Straßenverkehrs an den Gesamtemissionen im Laufe der Zeit insbesondere bei CO_2 und bei NO_x zugenommen hat. Darüber hinaus ist der Straßenverkehr für den größten Teil der Benzolemissionen sowie für Blei- und Dieselrußemissionen verantwortlich. Die Emissionen des Verkehrs tragen insbesondere in Ballungsräumen wesentlich zur Gesamtbelastung der Luft bei. Stickstoffoxide und Kohlenwasserstoffe sind verantwortlich für die Entstehung von Ozon-Smog-Episoden in den Sommermonaten. Bei Benzol und Dieselruß handelt es sich um krebserzeugende bzw. begründet krebsverdächtige Stoffe (SRU 1994).

In den folgenden Abschnitten werden die durch die *Nutzung verschiedener Verkehrsmittel – Pkw, Bahn und Flugzeug – verursachten Emissionen an Luftschadstoffen* bestimmt und einander gegenübergestellt. Diese Emissionen werden auf die Zurücklegung einer bestimmten Strecke bezogen und enthalten nicht nur die unmittelbar bei der Fahrt anfallenden, sondern auch die Emissionen, die mit der Herstellung der dafür erforderlichen Energie bzw. Energieträger und den dafür erforderlichen Vorleistungen verbunden sind.

Betrachtet werden folgende Luftschadstoffe: Schwefeldioxid (SO2), Stickoxide (NO_x), Kohlenmonoxid (CO), Kohlendioxid (CO_2), Methan (CH_4), Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe (NMVOC), Kohlenwasserstoffe (VOC) als Summe von Methan und Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffen, Partikel bzw. Dieselruß, Blei (Pb) und Benzol. Für Partikel, Blei und Benzol liegen allerdings nicht für alle Emissionsbereiche die erforderlichen Daten vor. Es ist darauf hinzuweisen, daß unter der Bezeichnung Partikel sehr unterschiedliche Stoffe zusammengefaßt werden, wie z. B. Dieselrußpartikel und auch Feinstaubemissionen aus Kraftwerken.

Der Vergleich verschiedener Verkehrsmittel bezieht sich ausschließlich auf die genannten Luftschadstoffe. Andere relevante Größen wie beispielsweise Lärm, Flächenverbrauch, Komfort, Zeitbedarf für die Zurücklegung der Strecke, ökonomische Größen wie Fahrtkosten und Investitionen, Sicherheit werden nicht betrachtet. Auch die Auswirkungen der freigesetzten Luftschadstoffe auf Mensch und Umwelt werden nicht weiter untersucht. Zu erwähnen ist dabei aber, daß ein großer Teil der dem Pkw zuzuordnenden Emissionen entlang der Straße in niedrigen Höhen, teilweise auch in ohnehin schon belasteten Ballungsgebieten erfolgt, die der Bahn zuzurechnenden Emissionen jedoch aus Kraftwerken mit hohen Kaminen freigesetzt werden und sich dadurch weiträumig verteilen. Die Emissionen des Flugzeugs erfolgen zum größten Teil in großen Höhen und haben damit vollkommen andere Auswirkungen als die in den unteren Atmosphärenschichten freigesetzten Schadstoffe.

Die in den folgenden Abschnitten dargestellten Ergebnisse hängen von zahlreichen Ausgangsannahmen ab. Hierzu gehören insbesondere die Auslastung der Verkehrsmittel sowie die Zusammensetzung des Kraftwerksparks zur Stromerzeugung. In der Bundesrepublik Deutschland wird über 30 % des Stroms aus Kernenergie hergestellt; die dabei anfallenden Emissionen radioaktiver Stoffe werden in den Rechnungen nicht berücksichtigt.

2.2.1 Methodische Vorgehensweise und verwendete Datenbasen

Verglichen werden die durch die Nutzung unterschiedlicher Verkehrsmittel verursachten Emissionen im *Personenfernverkehr und -nahverkehr.* Referenzstrecke für den *Fernverkehr* ist die *Strecke Hamburg-Frankfurt,* für welche die Emissionen von Pkw, ICE und Flugzeug vergleichend gegenübergestellt werden. Es liegen bereits ähnliche Untersuchungen von PROGNOS vor, die im Auftrag der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen, der Deutschen Bahn AG, der Deutschen Lufthansa AG sowie des Deutschen Verkehrsforums durchgeführt wurden (PROGNOS 1995). Diesen Untersuchungen wurde eine Reihe von Ausgangswerten, beispielsweise zur Auslastung der Verkehrsmittel sowie zum Energieverbrauch des ICE und des Flugzeugs, entnommen. Um vergleichbare Ergebnisse sowohl für den Nahverkehr als auch für den Fernverkehr zu erhalten, wurden die Emissionsberechnungen jedoch mit eigenen, aktuellen Daten neu durchgeführt.

Für den *Nahverkehr* wurde die Referenzstrecke *Karlsruhe-Bretten* des im Rahmen der Option „Attraktivitätssteigerung des ÖPNV" (Abschnitt V.3) näher beschriebenen „Karlsruher Modells" gewählt. Die auf dieser Strecke verkehrende Stadtbahn stellt eine direkte Verbindung von Karlsruhe-Stadtmitte nach Bretten her und nutzt sowohl das Straßenbahnnetz in Karlsruhe als auch, ab Karlsruhe-Durlach, die Strecke der Deutschen Bundesbahn.

Bei der *Nutzung des Pkw* werden zunächst die unmittelbar mit der Fahrt verbundenen Emissionen bestimmt. Zusätzlich sind die Emissionen beim Startvorgang, die Emissionen nach dem Abstellen des Fahrzeugs sowie die Emissionen aufgrund der Tankatmung berücksichtigt worden. Die hierfür erforderlichen Emissionsfaktoren wurden mit Hilfe der im Auftrag des Umweltbundesamtes Berlin und des schweizerischen Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft durch INFRAS AG, Bern, erstellten Datenbank „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs" (INFRAS/UBA 1995) berechnet. Die im „Handbuch Emissionsfaktoren" enthaltenen Daten stellen den aktuellen Stand des Wissens zu den Emissionen von Kraftfahrzeugen dar. Neben den Daten für die Jahre 1980 bis 1994 enthält das Handbuch eine Prognose der Emissionsentwicklung in jährlichen Abständen bis zum Jahre 2010. Für das Jahr 2010 wird dabei angenommen, daß nahezu alle Fahrzeuge (über 98 %) die EURO2-Norm erfüllen. Der Anteil der Dieselfahrzeuge beträgt 28 %. Fahrzeuge, die die EURO3-Norm bzw. die EURO4-Norm erfüllen, wurden in den Prognosedaten bisher nicht berücksichtigt.

Zusätzlich zu den bei der Fahrt auftretenden Emissionen einschließlich der erwähnten Zuschläge wurden

auch die Emissionen berücksichtigt, die mit der Herstellung von Benzin und Diesel verbunden sind. Darin enthalten sind sowohl die in der Raffinerie bei der Herstellung von Benzin und Diesel anfallenden direkten Emissionen als auch alle wesentlichen, mit den Vorleistungen für die Treibstoffherstellung verbundenen indirekten Emissionen. Die direkten und die indirekten Emissionen der Benzin- und der Dieselherstellung wurden mit Hilfe des Programmsystems GEMIS (Gesamt-Emissions-Modell Integrierter Systeme) Version 2.1 berechnet (Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten 1995).

Bei der *Nutzung der Bahn (Bundesbahn auf Fernstrecken, Stadtbahn im Nahverkehr)* fallen unmittelbar bei der Fahrt keine Emissionen an. Die bei der Stromerzeugung anfallenden direkten und die mit den Vorleistungen für die Stromerzeugung verbundenen indirekten Emissionen wurden ebenfalls mit Hilfe des Programmsystems GEMIS bestimmt.

Die bei der *Nutzung des Flugzeugs* unmittelbar beim Flug anfallenden Emissionen (einschließlich Start und Landung) wurden der PROGNOS-Studie entnommen. Die mit der Herstellung von Flugtreibstoff verbundenen direkten und indirekten Emissionen wurden wiederum mit GEMIS bestimmt.

Die Gesamtheit aller für eine bestimmte Transportleistung anfallenden Emissionen werden *verursachte Emissionen* genannt. Hierzu zählen die direkten bei der Fahrt auftretenden Emissionen sowie darüber hinaus die im Zusammenhang mit der Erzeugung des jeweiligen Energieträgers anfallenden direkten und indirekten Emissionen.

2.2.2 Emissionen im Personenfernverkehr

Ausgangsannahmen für die Berechnung der Pkw-Emissionen im Fernverkehr

Entsprechend der Vorgehensweise in der PROGNOS-Studie wurden zwei Fälle betrachtet:

- Pkw im Fernverkehr allgemein (Individualverkehr)
- Pkw im Geschäftsreiseverkehr

Für den *Individualverkehr* wurden Rechnungen für die Jahre 1992 und 1996 durchgeführt. Dabei wurde angenommen, daß die Strecke mit einem Fahrzeug zurückgelegt wird, das einem *durchschnittlichen* Pkw des Bestandes des Jahres 1992 bzw. 1996 in den alten Bundesländern entspricht. Nach den Daten des „Handbuchs Emissionsfaktoren" (INFRAS/UBA 1995) bedeutet dies, daß für 1992 davon ausgegangen wurde, daß etwa die Hälfte der Fahrzeuge mit geregeltem Katalysator ausgerüstet war (Gkat vor 1991 sowie Gkat vor EURO2) und daß etwa 18% der Pkw Dieselfahrzeuge waren. Für 1996 wurde angenommen, daß der Anteil der mit geregeltem Katalysator ausgerüsteten Fahrzeuge etwa 68% betrug, daß 15% aller Fahrzeuge dabei die EURO2-Norm erfüllten und daß der Anteil der Dieselfahrzeuge 21% erreichte. Es wurde von einer durchschnittlichen Besetzung der Pkw mit 1,7 Personen ausgegangen; dieser Wert wurde der PROGNOS Studie entnommen.

Für den *Geschäftsreiseverkehr* wurde angenommen, daß für diesen Fahrtzweck ausschließlich größere Pkw mit Benzinmotor eingesetzt werden, die einen Hubraum von über 2 Liter haben und mit geregeltem Katalysator ausgerüstet sind. Für 1992 wurden dabei die Emissionsfaktoren „Gkat vor 91", für 1996 die Emissionsfaktoren „Gkat vor EURO2" verwendet. Es wurde von einer durchschnittlichen Besetzung mit 1,05 Personen ausgegangen; auch dieser Wert wurde der PROGNOS-Studie entnommen.

Um Aussagen über die zukünftige Entwicklung der Emissionen für Pkw machen zu können, wurden auch die *verursachten Emissionen für das Jahr 2010* abgeschätzt. Dabei wurde davon ausgegangen, daß zu diesem Zeitpunkt über 98% der Fahrzeuge die seit 1996 für neue Fahrzeugtypen und seit 1997 für alle Neufahrzeuge geltenden EURO2-Normen entsprechend der EU-Richtlinie 94/12/EG einhalten. Diese EURO2-Normen bedeuten eine erhebliche Emissionsverringerung von Pkws im Vergleich zu den seit 1992 geltenden EURO1-Normen (Tab. II-2.2).

Um darüber hinaus eine noch weitergehende Reduktion des Pkw-Emissionsverhaltens abzuschätzen, wurden auch Rechnungen für den Fall „Umsetzung der EURO3-Norm" für die Referenzstrecke Hamburg–Frankfurt durchgeführt. Dabei wurde von der Annahme ausgegangen, daß alle Fahrzeuge die EURO3-Normen erfüllen und die Zusammensetzung der Fahrzeugflotte (Anteile von Diesel- und Benzinfahrzeugen, Verteilung der Hubraumklassen der Fahrzeuge) identisch ist mit der Fahrzeugflotte, die den Rechnungen für das Jahr 2010 zugrunde gelegt wurde. Hintergrund für diese Referenzannahmen ist die im Beschluß der Europäischen Kommission vom Juni 1996 formulierte Strategie zur Beschränkung der Schadstoffemissionen im Straßenverkehr (KOM (96) 248). Diese soll das Erreichen bestimmter Luftqualitätsziele im Hinblick auf Kohlenmonoxid, Benzol, Stickstoffoxid, Partikel und troposphärisches Ozon ermöglichen. Das Erreichen dieser Luftqualitätsziele setzt eine erhebliche Verringerung der heutigen Emissionen im Straßenverkehr voraus. Hierzu sind weitere Absenkungen der Grenzwerte vorgesehen (EURO3 und EURO4) (Tab. II-2.2). Die Grenzwerte der EURO3-Norm, die ab dem Jahr 2000 für neue Fahrzeugtypen und ab 2001 für alle Neufahrzeuge gelten sollen, werden eine weitere Verringerung der Emissionen um 20 bis 40% ergeben. Darüber hinaus sind als weitere Stufe der Verringerung von Fahrzeugemissionen für das Jahr 2005 Grenzwerte entsprechend der EURO4-Norm vorgesehen. Die Normenentwürfe der Europäischen Kommission wurden mit dem Kraftfahrzeugsteuer-Änderungsgesetz 1997 (KraftStÄndG 1997) in deutsches Recht umgesetzt, um durch steuerliche Vorteile die Einführung neuer emissionsmindernder Techniken zu beschleunigen.

Tabelle II-2.2

Abgasgrenzwerte für die Serienproduktion von Pkw (in g/km) im neuen europäischen Fahrzyklus (Prüfverfahren „EURO2")

		EURO1	*EURO2*	*KraftStÄndG 1997 („EURO3")*	*KraftStÄndG 1997 („EURO4")*
Benzin	CO	3,16	2,2	1,5	0,7
	VOC + NO_x	1,13	0,5		
	VOC			0,17	0,08
	NO_x			0,14	0,07
Diesel	CO	3,16	1	0,6	0,47
	VOC + NO_x	1,13	0,7/0,9*)	0,56	0,3
	NO_x			0,5	0,25
	Partikel	0,18	0,08/0,1*)	0,05	0,025

*) für Dieselfahrzeuge mit Direkteinspritzung

Quelle: Richtlinien 91/441/EWGm und 94/12/EG, UBA-Jahresbericht 1995, Drucksache 13/4918, BGBl. I, S. 805)

Ausgangsannahmen für die Berechnung der Emissionen des ICE im Fernverkehr

Referenzstrecke für die Berechnung der Emissionen des ICE ist wiederum die Strecke Hamburg–Frankfurt. Die Freisetzung von Luftschadstoffen erfolgt beim ICE nicht – wie beim Auto – während der Fahrt entlang der Strecke, sondern bei den Kraftwerken, die den Strom für die Fahrt liefern. Mit berücksichtigt werden auch die indirekten Emissionen der Kraftwerke sowie der Energieverbrauch für die Infrastruktur der Bahn (Bahnhöfe, Weichenheizung etc.). Im folgenden werden die wesentlichen, der PROGNOS-Studie (PROGNOS 1995) entnommenen Annahmen, die der Berechnung zugrunde liegen, aufgeführt:

1. Die mittlere Besetzung des ICE auf der Strecke Hamburg–Frankfurt beträgt 355 Personen. Dies entspricht auf dieser Strecke einer Auslastung von ca. 55 %.
2. Die Streckenlänge beträgt 516 km.
3. Der Fahrstromverbrauch für die Strecke beträgt 36,6 kWh Endenergie pro Passagier.
4. Zusätzlich zum Fahrstrom wird Energie für die Infrastruktur benötigt. Dieser Beitrag ist im Vergleich zum Fahrstrom sehr gering.
5. Circa 45 % des Bahnstroms stammen aus Kernkraftwerken und aus Wasserkraftwerken und sind daher für die direkten Emissionen der hier betrachteten Schadstoffe ohne Bedeutung. Die dem ICE zuzurechnenden Emissionen werden daher wesentlich von der Zusammensetzung des Kraftwerksparks bestimmt.

Ausgangsannahmen für die Berechnung der Emissionen für das Flugzeug

Auch für die Nutzung des Flugzeugs für die Strecke Hamburg–Frankfurt wurden im wesentlichen die Angaben von PROGNOS übernommen. Dies betrifft auch die Emissionen während des Fluges. Lediglich für die Herstellung von Flugtreibstoffen wurden eigene Rechnungen mit GEMIS durchgeführt. Im folgenden sind die wesentlichen Annahmen aufgeführt:

1. Die durchschnittliche Besetzung auf der Strecke beträgt 117 Personen.
2. Die Streckenlänge beträgt 474 km.
3. Der Endenergieverbrauch für den Flug beträgt 263,7 kWh pro Passagier.
4. Zusätzlich wurde anteilig der Energieverbrauch der Flughäfen sowie der Energieverbrauch für die Flugzeuginstandhaltung berücksichtigt. Diese Beiträge liegen bei etwa 10 % des Energieverbrauchs für den Flug.

Ergebnisse für den Vergleich der Emissionen der unterschiedlichen Verkehrsmittel im Fernverkehr

Die durch die Nutzung der unterschiedlichen Verkehrsmittel – Pkw, Bahn und Flugzeug – verursachten Emissionen in Gramm pro Person für die Strecke Hamburg–Frankfurt unterscheiden sich deutlich (Tab. II-2.3). Mit Ausnahme von Methan *ergeben sich bei der Bahn für alle betrachteten Stoffe wesentlich niedrigere Emissionswerte als bei den anderen Verkehrsmitteln.* Dies gilt auch dann, wenn bei den Pkw die erheblich verbesserten Emissionswerte nach der EURO2-Norm für die Gesamtflotte wirksam geworden sind (Bezugsjahr 2010), bzw. sogar wenn die nach der Jahrtausendwende zu erwartende, noch schärfere EURO3-Norm berücksichtigt wird.

Besonders emissionsintensiv ist der Pkw im Geschäftsreiseverkehr, da hier zumeist sehr leistungsstarke Fahrzeuge mit vergleichsweise hohem Treibstoffverbrauch bei nur geringer Besetzung eingesetzt werden. Diese Pkw im Geschäftsreiseverkehr verursachen sogar durchwegs höhere Schadstoffemissio-

Tabelle II-2.3

Vergleichende Zusammenstellung der durch die Nutzung unterschiedlicher Verkehrsmittel für die Strecke Hamburg–Frankfurt verursachten Emissionen (Angaben in g pro Person und Strecke)

	Personenkraftwagen						*ICE*	*Flugzeug*
	Individualverkehr 1992	*Individualverkehr 1996*	*Individualverkehr 2010*	*Individualverkehr EURO3*	*Geschäftsreiseverkehr 1992*	*Geschäftsreiseverkehr 1996*	*ICE 1992*	*Flug 1992*
CO_2	64 215	62 499	54 220	*)	130 795	130 791	20 729	88 673
CH_4	28	25	18	*)	53	49	73	18
NMVOC	212	154	89	*)	294	269	1	18
VOC	240	179	107	103	349	321	74	109
CO	1 693	989	272	242	1 362	893	9	293
NO_X	438	322	216	108	369	367	24	364
SO_2	55	51	44	*)	102	102	20	70
Partikel	9	10	9	5	6	6	3	
Blei	0,4	0,2	0,1		0	0		
Benzol	7	4	1		6	4		

*) Diese Schadstoffe sind in der EURO3-Norm nicht geregelt, daher liegen hierfür auch keine Emissionswerte vor.

nen als ein entsprechender Transport mit dem Flugzeug. Auch der Vergleich des Pkw im Individualverkehr mit dem Flugzeug für das Jahr 1992 ergibt, abgesehen von den höheren CO_2- und SO_2-Emissionen des Flugzeugs, für die anderen Schadstoffe günstigere Werte für das Flugzeug. Berücksichtigt man beim Pkw jedoch die EURO2- bzw. EURO3-Norm, dann sind beim Methan, den Gesamt-Kohlenwasserstoffen (VOC) und beim CO die Emissionswerte von Pkw und Flugzeug in etwa gleich, beim CO_2, SO_2 und NO_x weist das Flugzeug höhere Werte auf, bei den NMVOC weiterhin günstigere Werte. Vergleicht man die Ergebnisse der Jahre 1992 und 1996, so ist insbesondere beim Individualverkehr bei allen Schadstoffen – mit Ausnahme von Partikeln – eine Abnahme zu erkennen. Besonders stark nehmen dabei die CO-Emissionen ab. Die leichte Zunahme der Partikelemissionen ist auf den höheren Anteil von Dieselfahrzeugen zurückzuführen.

Für den Geschäftsreiseverkehr wurden keine Abschätzungen für das Jahr 2010 durchgeführt; wie beim Individualverkehr ist auch hier mit einem Rückgang der Werte zu rechnen. Beim ICE und beim Flugzeug sind die zukünftig zu erwartenden Emissionen abhängig von technischen Verbesserungen der Verkehrsmittel, wie beispielsweise vermindertem Energieverbrauch, sowie von verbesserten Rückhaltemaßnahmen bei den Kraftwerken bzw. Raffinerien. Da hierfür keine ausreichenden Informationen vorliegen, wurden auch keine Abschätzungen für das Jahr 2010 durchgeführt.

Für die Schadstoffe Kohlendioxid, Stickstoffoxid, Gesamt-Kohlenwasserstoffe und Partikel wurden die jeweiligen Beiträge aus dem Fahrbetrieb und der Herstellung der Treibstoffe bzw. Energieträger ermittelt (Abb. II-2.2a-d).

Betrachtet man lediglich die *bei der Fahrt auftretenden Emissionen* einschließlich der Zuschläge für den Start, die Tankatmung sowie das Abstellen des Fahrzeugs, so gehen beim Individualverkehr bis 2010 die Emissionen beim CO_2 auf 85 % des Wertes für 1992 zurück (Abb.II-2.2a), beim NO_x auf 50 % (Abb. II-2.2b) und bei den Gesamt-Kohlenwasserstoffemissionen auf ca. 13 % (Abb. II-2.2c). Die Partikelemissionen steigen geringfügig an, da der Anteil der Dieselfahrzeuge um 55 % zunimmt, die spezifischen Partikelemissionen jedoch nur um etwa 35 % abnehmen (Abb. II-2.2d). Die relativ geringe Abnahme der CO_2-Emissionen ist darauf zurückzuführen, daß der spezifische Benzin- bzw. Dieselverbrauch bis zum Jahr 2010 nur geringfügig zurückgeht.

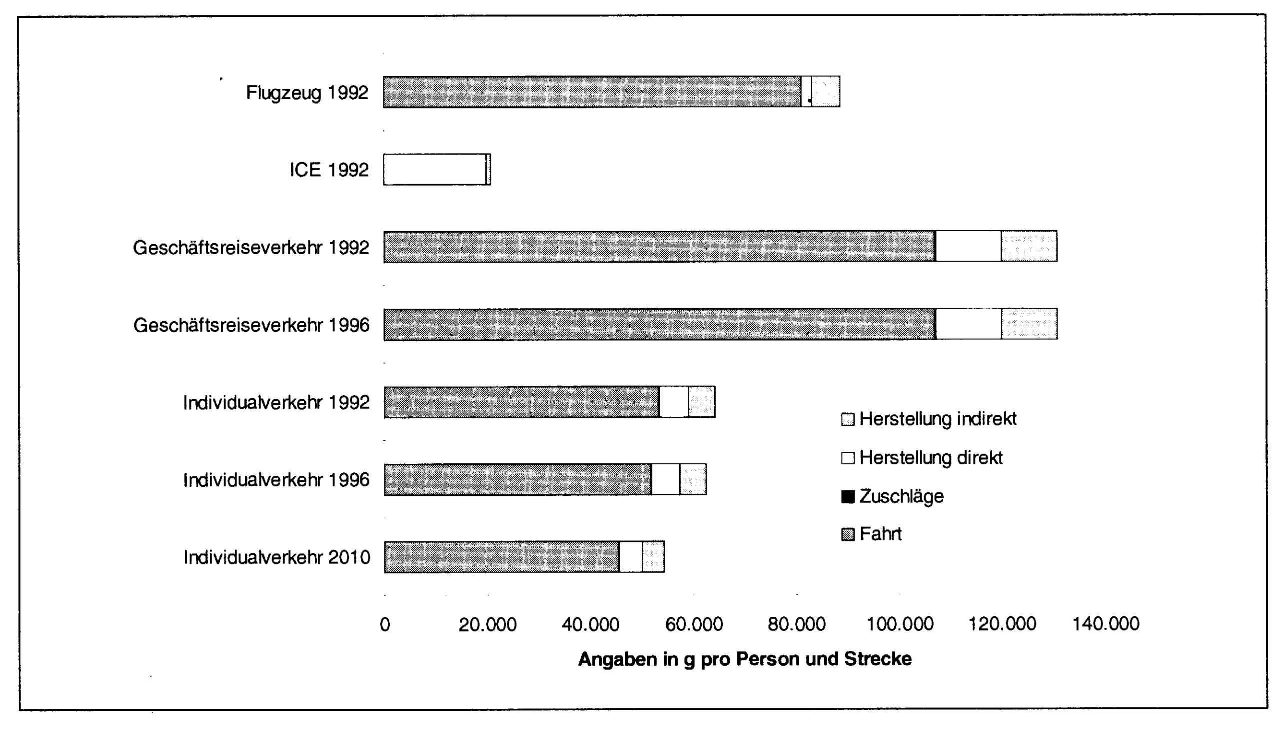
Für die anderen berücksichtigten, in den Abbildungen aber nicht dargestellten Schadstoffe ergeben sich ebenfalls deutliche Abnahmen. Beim SO_2 gehen die Werte bis 2010 auf etwa 60 % des Wertes von 1992 zurück, beim Blei auf 30 %, beim CO und beim Benzol auf ca. 15 % und beim Methan auf 20 %.

Im Geschäftsreiseverkehr werden während der Fahrt keine Partikel freigesetzt, da, wie erwähnt, hier kein Einsatz von Dieselfahrzeugen angenommen wird.

Berücksichtigt man die EURO3-Norm, so ist für Kohlenwasserstoffe und CO *im Vergleich zu den Rechnungen für das Jahr 2010* (im wesentlichen EURO2-Norm) nur ein geringer Rückgang der Emissionen zu verzeichnen. Die NO_x-Emissionen gehen auf etwa die Hälfte zurück, die Partikelemissionen auf etwa ein Drittel.

Abbildung II-2.2a

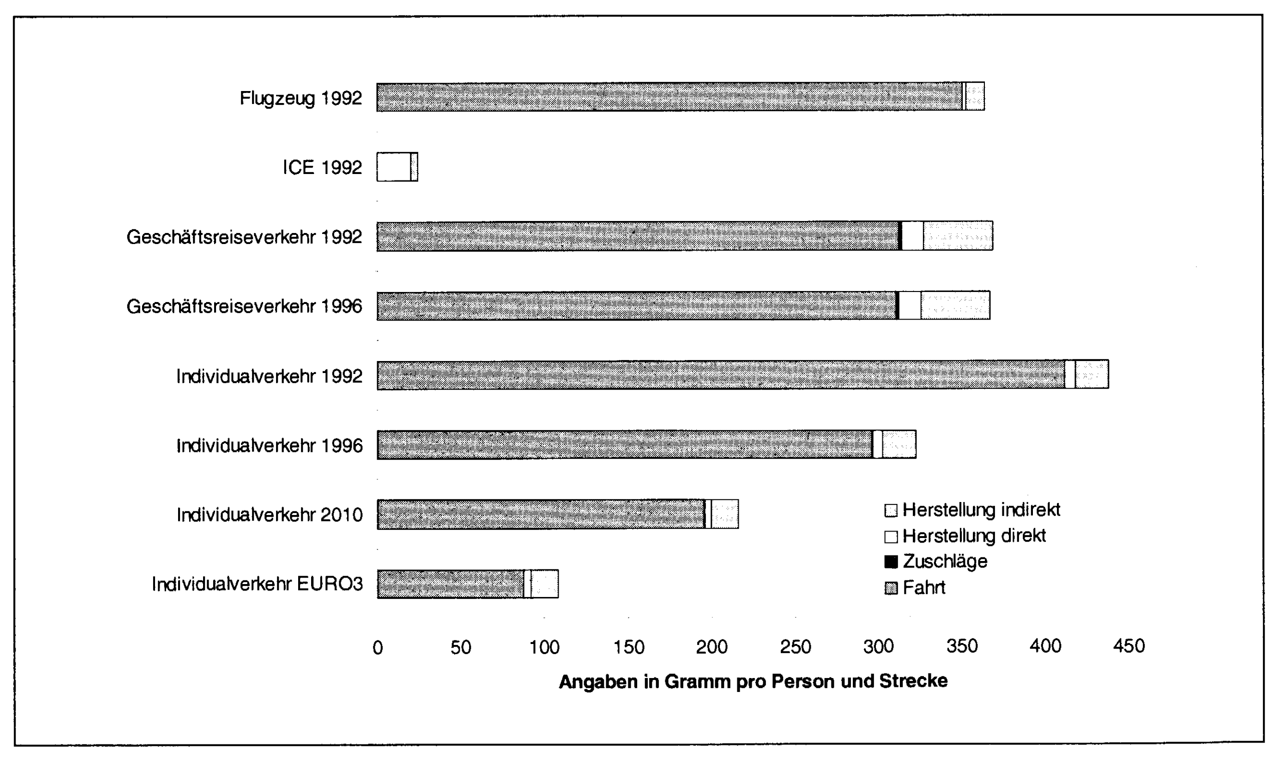
Spezifische Kohlendioxid-Emissionen für verschiedene Verkehrsträger im Fernverkehr



Quelle: TAB, 1998

Abbildung II-2.2b

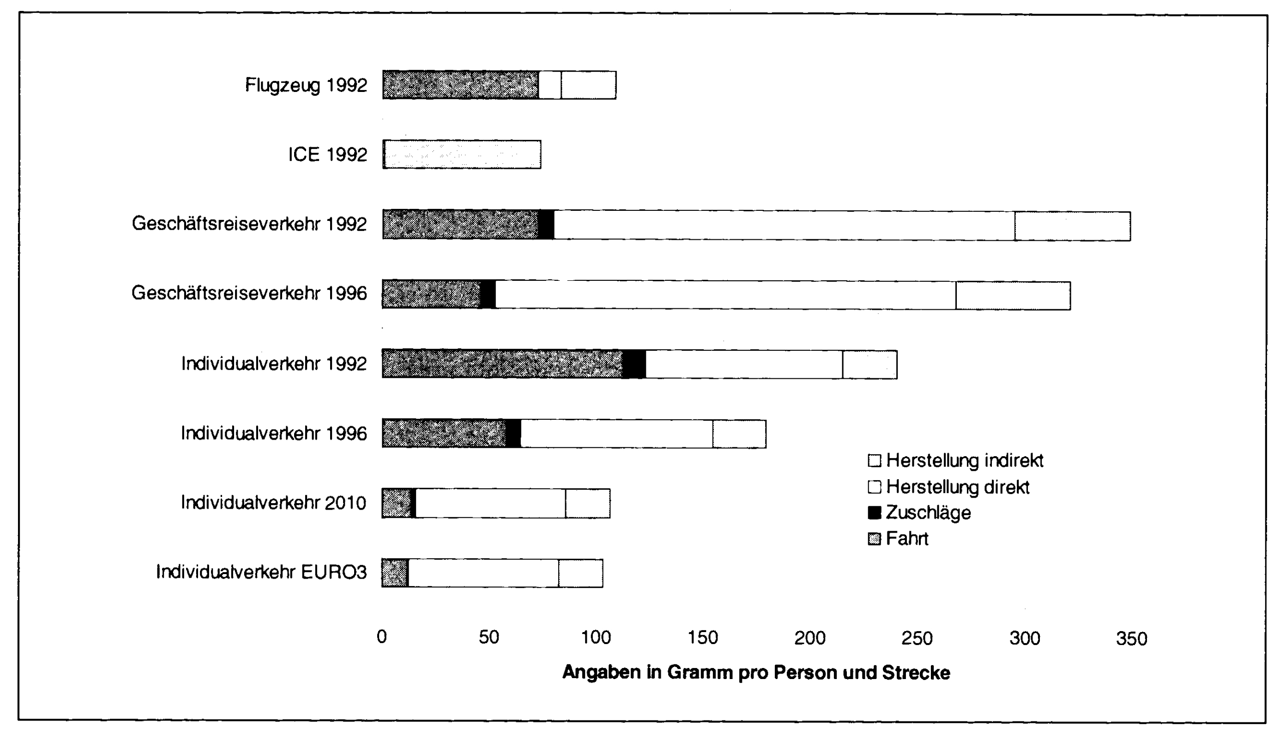
Spezifische Stickstoffoxid-Emissionen für verschiedene Verkehrsträger im Fernverkehr



Quelle: TAB, 1998

Abbildung II-2.2c

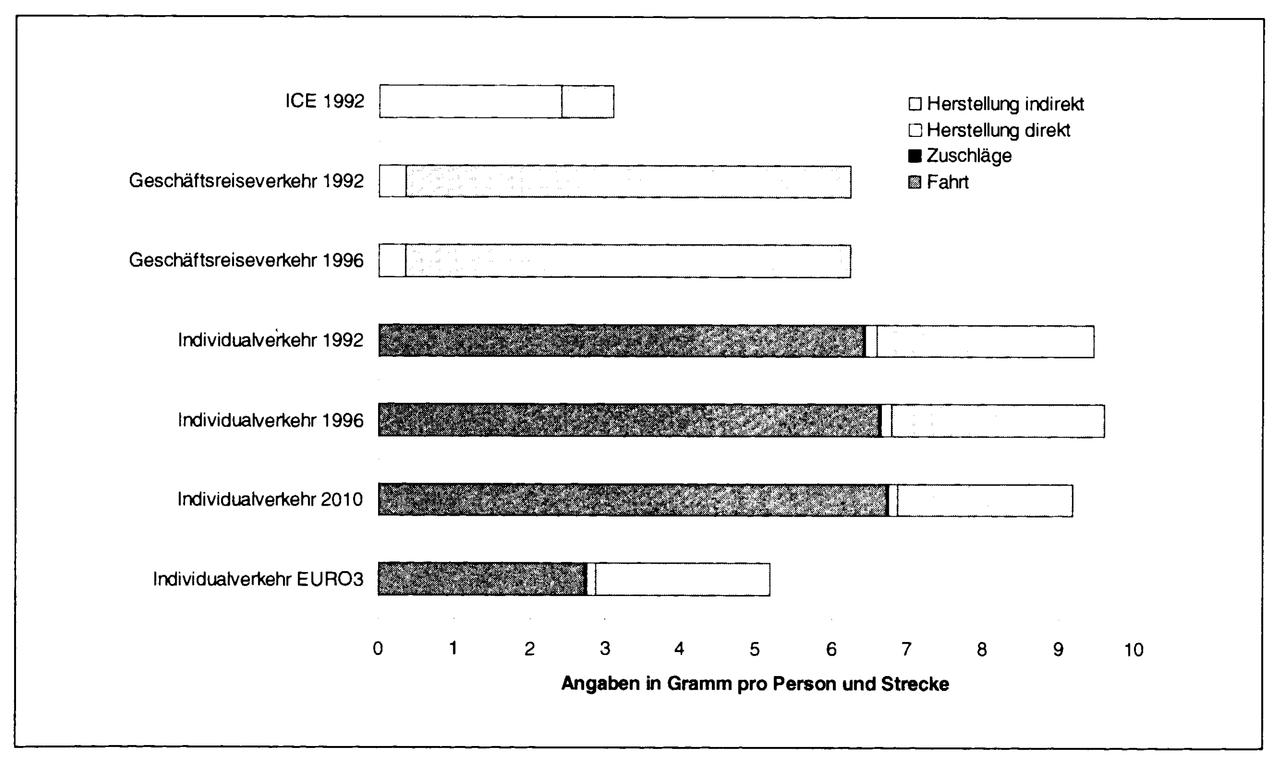
Spezifische Gesamt-Kohlenwasserstoff-Emissionen verschiedener Verkehrsträger im Fernverkehr



Quelle: TAB, 1998

Abbildung II-2.2d

Spezifische Partikel-Emissionen verschiedener Verkehrsträger im Fernverkehr



Quelle: TAB, 1998

Einzelbeiträge zu den durch die verschiedenen Verkehrsmittel insgesamt verursachten Emissionen

Bei der Nutzung des Pkw sind in allen betrachteten Fällen die Emissionen, die auf die Startzuschläge, die Tankatmung sowie auf das Abstellen des Fahrzeugs zurückzuführen sind, von untergeordneter Bedeutung. Alle Zuschläge zusammen betragen bei den Kohlenwasserstoffen ca. 9% der allein durch die Fahrt hervorgerufenen Emissionen, bei allen anderen betrachteten Luftschadstoffen liegen die Zuschläge unter 5%.

Vergleicht man die Emissionen während der Fahrt mit den direkten und indirekten Emissionen der Treibstoffherstellung, so überwiegt bei den Luftschadstoffen CO, CO_2 und NO_x die Emission während der Fahrt, beim SO_2 kommt in allen betrachteten Fällen der größte Beitrag von den indirekten Emissionen der Treibstoffherstellung.

Bei den NMVOC-Emissionen sind für das Jahr 1992 für den Individualverkehr die Beiträge durch die Fahrt etwa so groß wie die Beiträge der Treibstoffherstellung; für das Jahr 2010 überwiegen die Beiträge der Treibstoffherstellung, da aufgrund der EURO2-Norm die Fahrtemissionen deutlich zurückgehen. Beim Geschäftsreiseverkehr überwiegt der Beitrag der Treibstoffherstellung. Dies ist darauf zurückzuführen, daß der hierbei zugrundegelegte Fahrzeugtyp (Benzinfahrzeug mit über 2 l Hubraum und geregeltem Katalysator) einen höheren Treibstoffverbrauch als die Fahrzeuge im Individualverkehr (Benzin- und Dieselfahrzeuge unterschiedlicher Hubraumklassen und Abgasnormen) aufweist. Darüber hinaus sind die Verdunstungsemissionen in der Raffinerie bei der Benzinherstellung deutlich höher als bei der Dieselherstellung.

Für die Nutzung des ICE betragen die indirekten Emissionen der Kraftwerke beim CO_2 ca. 5%, beim SO_2, NO_x, Staub und CO liegen die Beiträge zwischen 20% und 30%. Bei den Methan- und damit auch bei den Gesamt-Kohlenwasserstoff-Emissionen kommt nahezu der gesamte Beitrag von den indirekten Emissionen bei der Kohlegewinnung.

2.2.3 Emissionen im Personen-Nahverkehr – ein Fallbeispiel

Als Fallbeispiel für die Durchführung des Emissionenvergleichs zwischen Pkw- und ÖPNV-Nutzung wurde die Referenzstrecke des „Karlsruher Modells" von Karlsruhe nach Bretten gewählt, die auch Grundlage der Option „Attraktivitätssteigerung im ÖPNV" in Kapitel V ist. Wie dort näher ausgeführt, hat die im September 1992 eröffnete Stadtbahnlinie von Karlsruhe nach Bretten eine Verlagerung vom motorisierten Individualverkehr auf den öffentlichen Personennahverkehr bewirkt.

Ausgangsannahmen zur Berechnung der Pkw-Emissionen im Personen-Nahverkehr

Die Rechnungen des Emissionenvergleichs zwischen Pkw- und ÖPNV-Nutzung wurden auf ähnliche Weise wie für den Fernverkehr durchgeführt. Ein Teil der ca. 23 km langen Strecke führt über gut ausgebaute Bundesstraßen, es müssen aber auch Orte durchfahren werden. Insbesondere zu Zeiten des Berufsverkehrs ist mit größeren Staus zu rechnen. Zur Berechnung der Emissionen werden daher entsprechende Fahrmuster berücksichtigt. Die *durchschnittliche Besetzung der Fahrzeuge beträgt 1,2 Personen* (s. Abschnitt V.4.2.2). Zusätzlich zu berücksichtigen sind wiederum die Startzuschläge sowie die Emissionen beim Abstellen des Fahrzeugs. Zuschläge infolge Tankatmung werden für die hier betrachtete kurze Strecke nicht berücksichtigt.

Ausgangsannahmen für die Berechnung der Emissionen des ÖPNV

Zur Berechnung der durch die ÖPNV-Nutzung auf der Strecke von Karlsruhe nach Bretten verursachten Emissionen sind u. a. Daten über die mittlere Besetzung sowie über deren Energieverbrauch erforderlich. Hierfür konnten Daten genutzt werden, die die Albtal-Verkehrs-Gesellschaft (AVG) im Jahre 1992 erhoben hat (AVG 1992). Aus diesen Daten errechnet sich eine *mittlere Besetzung der Stadtbahn von 34 Personen pro Zug.* Nach Angaben des Karlsruher Verkehrsverbundes (KVV 1997) beträgt der Energieverbrauch auf der Strecke von Karlsruhe-Durlach nach Bretten-Gölshausen 4,3 kWh pro Zug und Kilometer einschließlich des Nebenverbrauchs. Daraus resultiert ein spezifischer Stromverbrauch von 0,125 kWh pro Personenkilometer bzw. von 2,903 kWh pro Passagier und Strecke.

Den Rechnungen für die Emissionen, die durch die Stromerzeugung verursacht werden, liegen die gleichen Annahmen zugrunde wie bei den Rechnungen für den ICE. Im einzelnen bedeutet dies, daß der dem Bahnstrom entsprechende Kraftwerksmix verwendet wurde. Diese Annahme ist gerechtfertigt, da die Fahrten auf der Strecke der Deutschen Bahn erfolgen. Allerdings liegen keine Informationen über den Energieverbrauch der Infrastruktur vor, so daß dieser Beitrag nicht berücksichtigt werden konnte.

Vergleichende Darstellung der Ergebnisse der Emissionsberechnungen für den Nahverkehr

Tabelle II-2.4 zeigt eine Gegenüberstellung der Gesamtemissionen für die Strecke von Karlsruhe-Durlach nach Bretten für den Pkw und die Stadtbahn, Abbildung II-2.3 zeigt für ausgewählte Schadstoffe die einzelnen Beiträge zu den Gesamtemissionen. Nach den Rechnungen *sind mit Ausnahme von Methan auch dem Nahverkehr der Bahn deutlich geringere Emissionen zuzurechnen als dem Pkw.*

Ein Vergleich der Pkw-Emissionen während der Fahrt mit den direkten und indirekten Emissionen für die Herstellung von Benzin und Diesel zeigt, daß bei den Luftschadstoffen CO, CO_2, NO_x und den Partikeln der größte Teil der Emissionen während der Fahrt freigesetzt wird. Beim SO_2 kommt der größte Beitrag von den indirekten Emissionen der Treibstoffherstellung. Bei den Kohlenwasserstoffen (VOC) überwiegt für das Jahr 1992 der Anteil, der während

Tabelle II-2.4

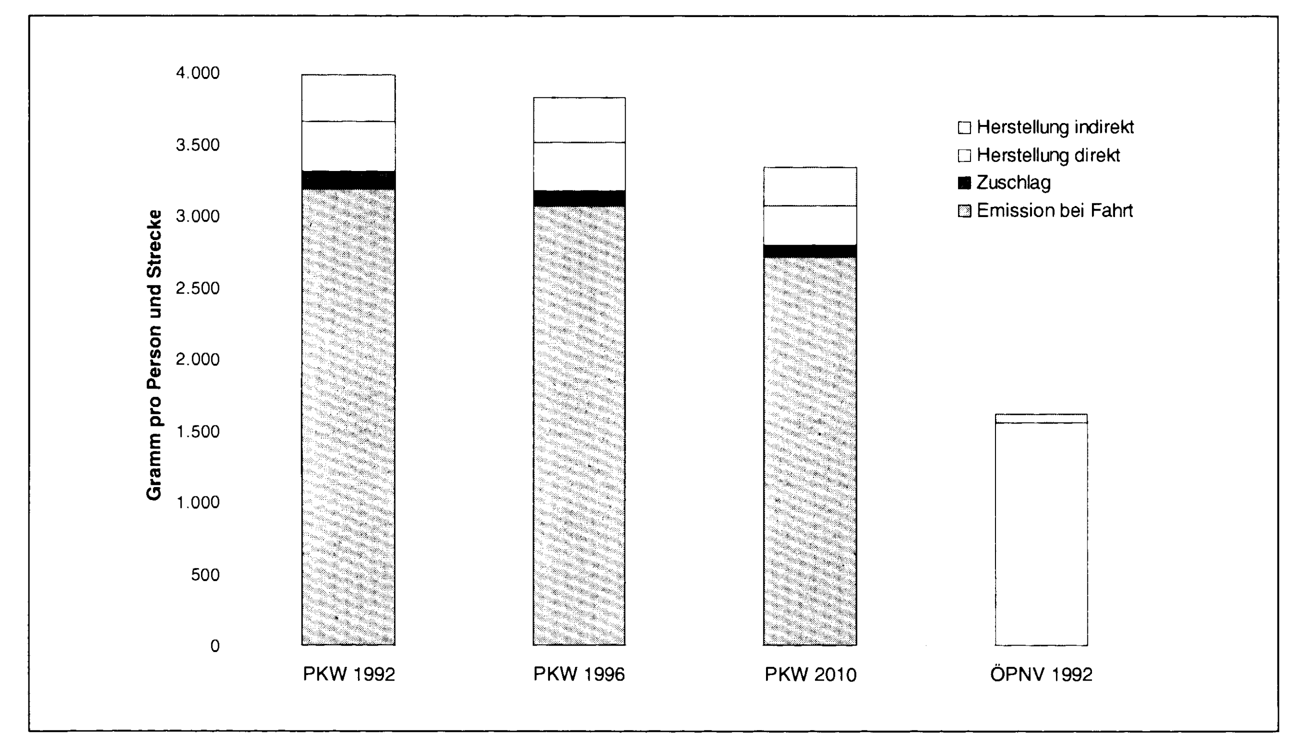
Vergleichende Zusammenstellung der durch die Nutzung unterschiedlicher Verkehrsmittel für die Strecke von Karlsruhe-Durlach nach Bretten verursachten Emissionen (in g pro Person und Strecke)

	Personenkraftwagen			
	Pkw 1992	*Pkw 1996*	*Pkw 2010*	*ÖPNV 1992*
CO_2	3 981	3 822	3 336	1 615
CH_4	2,28	2,01	1,33	5,76
NMVOC	23,65	16,17	7,38	0,08
VOC	25,93	18,18	8,70	5,84
CO	111,64	73,88	23,45	0,69
NO_X	23,21	16,21	9,44	1,87
SO_2	3,39	3,09	2,68	1,75
Partikel	0,48	0,47	0,44	0,24
Blei	0,03	0,01	0,01	
Benzol	0,92	0,58	0,16	

der Fahrt auftritt, für das Jahr 2010 ist zu erwarten, daß die Emissionen der Treibstoffherstellung größer sein werden als die Emissionen während der Fahrt. Beim Methan liefern die indirekten Emissionen der Treibstoffherstellung (CH_4-Emissionen bei der Erdölgewinnung) den größten Beitrag. Die Zuschläge für den Startvorgang und das Abstellen des Fahrzeugs sind im wesentlichen unabhängig von der gefahrenen Strecke. Aus diesem Grunde ist der relative Beitrag beim Nahverkehr wesentlich größer als beim Fernverkehr. Wie beim Fernverkehr gehen auch beim Nahverkehr die Emissionswerte für Pkw zwischen 1992 und 1996 zurück, wobei der Rückgang beim CO am stärksten ausgeprägt ist.

Abbildung II-2.3a

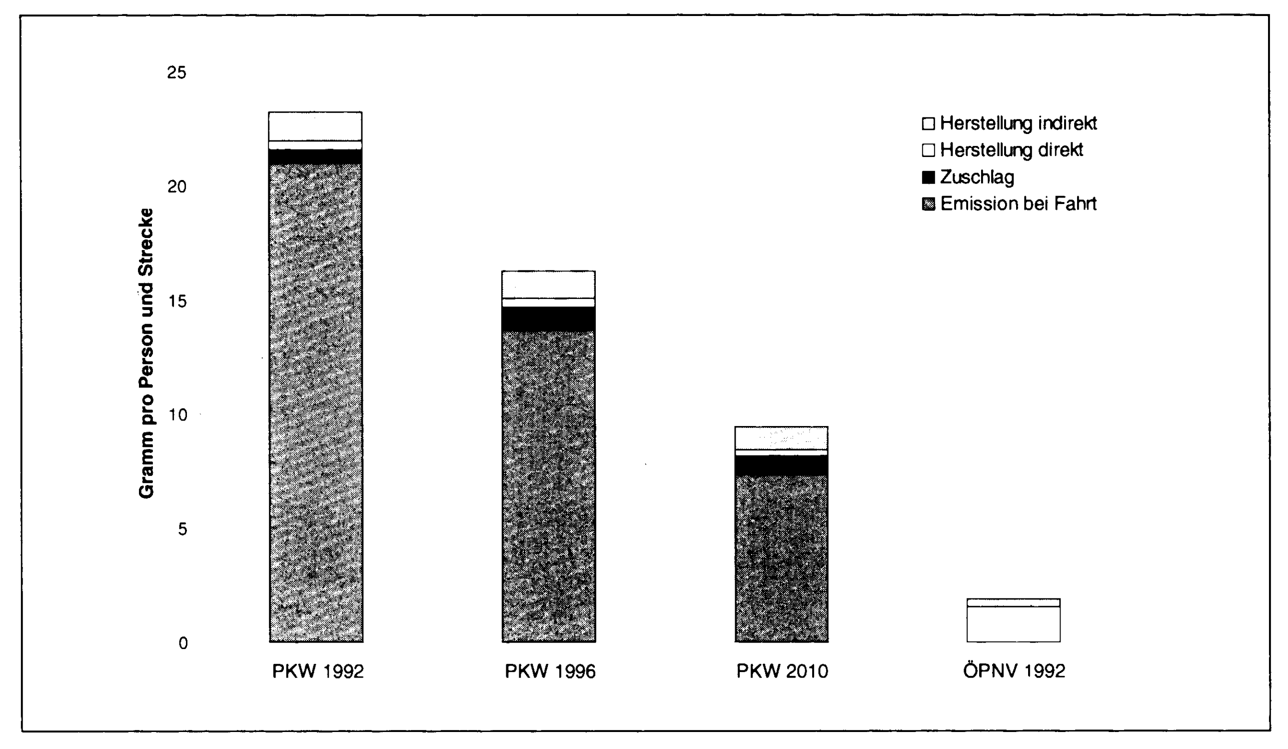
Spezifische Kohlendioxid-Emissionen für verschiedene Verkehrsträger im Nahverkehr



Quelle: TAB, 1998

Abbildung II-2.3b

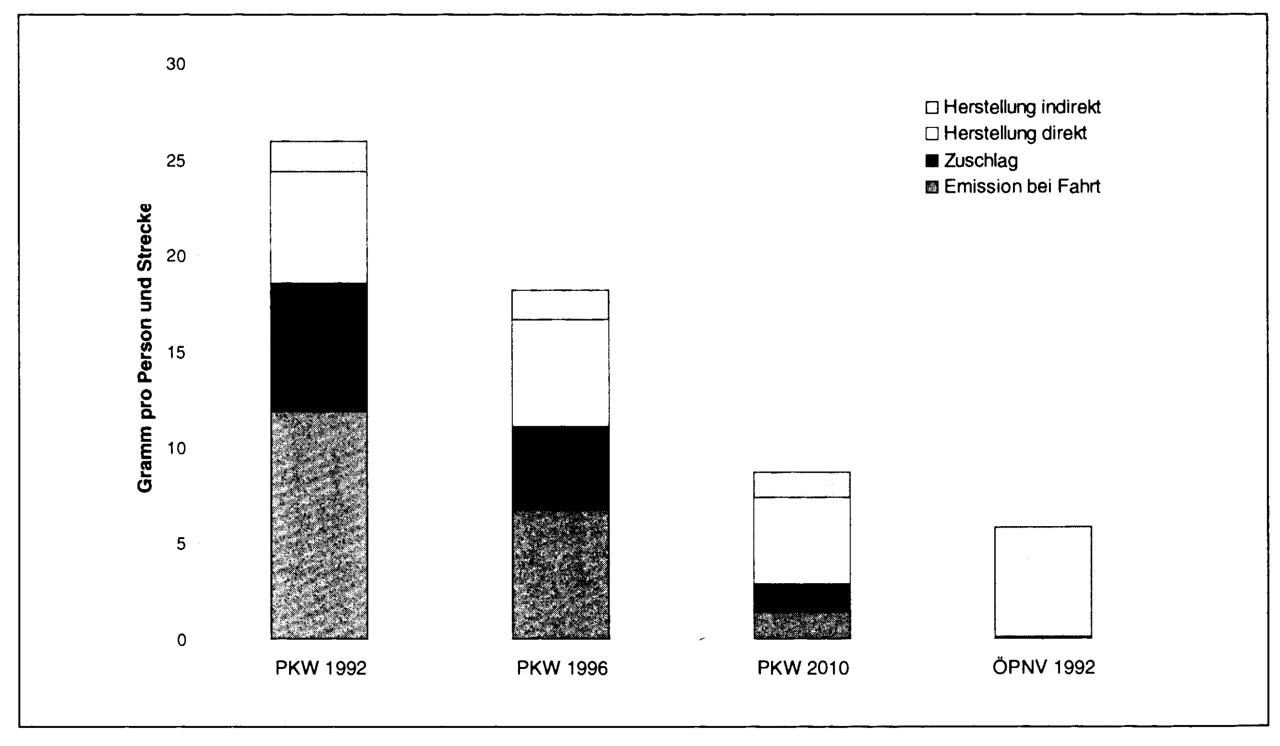
Spezifische Stickstoffoxid-Emissionen für verschiedene Verkehrsträger im Nahverkehr



Quelle: TAB, 1998

Abbildung II-2.3c

Spezifische Gesamt-Kohlenwasserstoff-Emissionen verschiedener Verkehrsträger im Nahverkehr

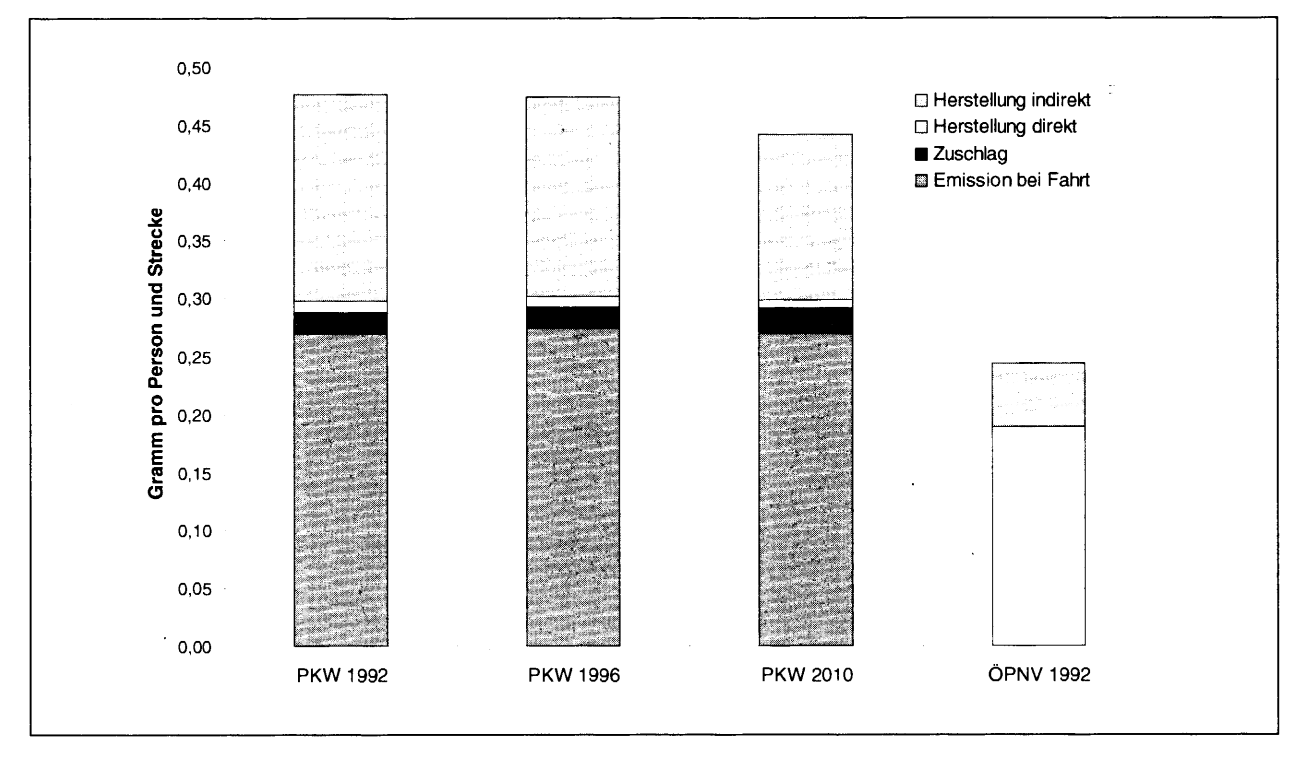


Quelle: TAB, 1998



Abbildung II-2.3d

Spezifische Partikel-Emissionen verschiedener Verkehrsträger im Nahverkehr



Quelle: TAB, 1998

2.3 Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Neben den zunehmenden *Effizienzverlusten infolge von Staus und Engpässen* im Straßenverkehr sind insbesondere die *Auswirkungen auf die Gesundheit des Menschen und die natürliche Umwelt* als die bedeutendsten negativen Folgeerscheinungen des Verkehrs anzusehen. Schwerpunkt der vorliegenden Analysen zu den Umweltauswirkungen des Verkehrs sind die immer noch erheblichen Schadstoff- und Lärmemissionen insbesondere des Straßenverkehrs. Von ebenso großer Bedeutung sind auch die Auswirkungen des Verkehrs auf Natur und Landschaft durch die immer weiter ausgebaute Verkehrsinfrastruktur und die verkehrsbedingten Änderungen der Lebensbedingungen in den Städten.

Die erheblichen *Fortschritte bei den Minderungstechniken* für die Schadstoffemissionen von Kraftfahrzeugen, wie z. B. der geregelte Dreiwegekatalysator, werden wegen der langen Umsetzungszeiten von neuen Emissionsgrenzwerten in der gesamten Fahrzeugflotte und wegen der dynamischen Entwicklung des Verkehrs erst mit deutlicher zeitlicher Verzögerung wirksam. Während bis Ende der achtziger Jahre die Emissionen der Massenschadstoffe NO_x und NMVOC noch anstiegen bzw. stagnierten, ist seitdem eine deutliche Minderung eingetreten. Für den Schadstoff CO ist bereits seit Mitte der siebziger Jahre ein kontinuierlicher Rückgang zu verzeichnen, der sich seit 1990 deutlich verstärkt hat. Bei den krebserzeugenden bzw. begründet krebsverdächtigen Emissionen des motorisierten Straßenverkehrs wurde im Falle von Benzol im Zeitraum von 1990 bis 1996 eine beachtliche Minderung erreicht, während bei den Dieselrußemissionen noch kein vergleichbarer Minderungserfolg zu verzeichnen war.

Für die Zukunft läßt sich mit dem zunehmenden *Wirksamwerden der EURO2- und EURO3-Schadstoffemissions-Grenzwerte* für die gesamte Pkw-Flotte eine weitere deutliche Minderung der Emissionen abschätzen. Dies gilt auch für die nicht durch EURO-Normen geregelten, bislang (1996) kontinuierlich ansteigenden CO_2-Emissionen, da deutliche Verringerungen nicht nur der spezifischen Kraftstoffverbräuche der Fahrzeuge, sondern auch des Gesamtkraftstoffverbrauchs zu erwarten sind.

Die bereits erfolgten und die noch zu erwartenden Emissionsminderungen des motorisierten Straßenverkehrs gestatten im allgemeinen noch keine Aussage über die *Qualität des erreichten bzw. des zu erwartenden Umweltzustandes.* Dies gilt besonders für die human- und ökotoxischen Stoffe, deren Schadenswirkung abhängig ist von der einwirkenden Immissionsbelastung. Auch die Bildung von troposphärischem Ozon aus den Vorläuferstoffen, den Stickstoffoxiden (NO_x) und den flüchtigen Kohlenwasserstoffen (NMVOC), ist immissionsabhängig. Emissionsminderungsmaßnahmen bzw. die daraus resultierenden Immissionsreduktionen sollten idealerweise anhand von Bewertungskonzepten zur Umweltqualität überprüft werden. Bisher liegen aber

nur für einzelne Auswirkungsbereiche Umweltqualitätsziele vor, aus denen sich Umwelthandlungsziele ableiten lassen. Das Fehlen von Bewertungssystemen für Umweltauswirkungen stellt ein erhebliches Hemmnis für eine effiziente Umweltpolitik dar.

Das seit der UN-Konferenz „Umwelt und Entwicklung" in Rio de Janeiro (UNCED) im Jahre 1992 weltweit verbindlich gewordene Konzept des „Sustainable Development" hat nicht nur große Bedeutung für die theoretische Diskussion zur Strategiefindung in der Umwelt- und Entwicklungspolitik gewonnen, sondern stellt auch einen erfolgversprechenden *Ansatz zur Entwicklung von Bewertungsmaßstäben im Umweltbereich* dar. Hierzu ist es jedoch notwendig, das allgemeine Leitbild einer „nachhaltigen" oder „dauerhaft-umweltgerechten" Entwicklung bezüglich seiner Anforderungen für die einzelnen Politikfelder, hier insbesondere die Verkehrspolitik, zu konkretisieren. Von zentraler Bedeutung ist dabei die Identifizierung der sogenannten Tragekapazitäten von Ökosystemen, die eine naturwissenschaftlich begründete Beurteilung vorliegender Belastungen in bezug auf Belastungsgrenzen gestatten. Diese ökologischen Belastungsgrenzen orientieren sich an gesellschaftlich gewünschten Umweltfunktionen, wie insbesondere die Regelungsfunktion von Ökosystemen. Mit den Konzepten der *Critical Levels* (Kritische Konzentrationen) und der *Critical Loads* (Kritische Eintragsraten) liegen Instrumente vor, die es ermöglichen, die Angemessenheit bestimmter Maßnahmen in bezug auf die Auswirkungen auf die Umwelt zu beurteilen. Untersuchungen zu den ausgewählten Indikatorgrößen „kritische Ozonkonzentrationen" und „kritische Stickstoffeintragsraten" jeweils für Waldökosysteme zeigen beispielsweise, daß die kritischen Werte für beide Indikatoren für fast ganz Deutschland flächendeckend überschritten sind (Nagel 1997). Die vorliegende Umweltsituation entspricht somit noch nicht den Kriterien einer „nachhaltigen Entwicklung". Die von einer Reihe von Expertengremien, wie insbesondere dem Umweltrat, geforderten deutlichen Minderungen der Emissionen aus dem Verkehrsbereich sind daher immer noch aktuell.

Die Umsetzung der neuen *europäischen Abgasgrenzwerte* (EURO2 und EURO3) für einen Großteil der Pkw-Flotte wird zur Erreichung der genannten Reduktionsziele wesentlich beitragen. Schwieriger ist die Durchsetzung entsprechender Grenzwerte für den bedeutenden Bereich der Nutzfahrzeuge. Die etwa 1,2 Millionen Nutzfahrzeuge setzen etwa gleich hohe Stickstoffoxid- und mehr als doppelt so hohe Rußpartikelemissionen frei wie die 41 Millionen Pkw. Während für die Gruppe der leichten Nutzfahrzeuge, zu der auch die immer bedeutender werdenden Geländefahrzeuge zählen, von den Umweltministern der EU bereits Vereinbarungen getroffen wurden, die eine erhebliche Verschärfung der Emissionsgrenzwerte vorsehen, liegen für die schweren Nutzfahrzeuge noch keine befriedigenden Vorschläge zur Emissionsminderung vor. Angesichts des hohen und immer noch steigenden Emissionsanteils dieser Fahrzeuggruppe besteht hier ein prioritärer Handlungsbedarf, insbesondere da entsprechende Minderungstechniken inzwischen einsatzbereit sind. Für alle Fahrzeuggruppen einschließlich der Pkw bleibt das Problem einer effizienten Kontrolle der Einhaltung der Emissionsgrenzwerte über die gesamte Betriebsdauer der Fahrzeuge. Die vorgeschriebenen Abgasuntersuchungen (AU) nach § 47 StVZO sind, wie eine Reihe von Testergebnissen zeigt, hierzu nicht ausreichend und müssen weiterentwickelt werden.

Die *vergleichende Analyse der Emissionen verschiedener Verkehrsträger* im Nah- und Fernverkehr zeigt, daß Verlagerung von Straßenpersonenverkehr auf „umweltfreundlichere" Verkehrsträger *vornehmlich eine Verlagerung auf schienengebundenen öffentlichen Verkehr mit elektrischer Traktion* bedeutet. Die durchgeführten Rechnungen bestätigen die Ergebnisse bereits vorliegender Untersuchungen, daß *im Bereich des Fernverkehrs* unter den aus empirischen Erhebungen abgeleiteten Referenzbedingungen der Personentransport durch die Bahn im Hinblick auf die Schadstoffemissionen durchweg, bei einigen Schadstoffen sogar um Größenordnungen günstiger ist als der motorisierte Individualverkehr. Eine Ausnahme bildet nur die etwas höhere Methanemission der Bahn, die bei der Förderung der Kraftwerkskohle für die Stromerzeugung frei wird. Auch die Verbesserungen bei der Schadstoffrückhaltung von Verbrennungsmotoren auf Grund der im Jahre 2000 in Kraft tretenden EURO3-Norm und der nach der Jahrtausendwende zu erwartenden EURO4-Norm werden den erheblichen Vorteil der Bahn bei den Emissionen nicht wesentlich verringern. Besonders emissionsintensiv ist der Pkw im Geschäftsreiseverkehr, da in diesem Bereich zumeist sehr leistungsstarke Fahrzeuge mit vergleichsweise hohem Treibstoffverbrauch bei nur geringer Besetzung eingesetzt werden. Die Pkw im Geschäftsreiseverkehr verursachen sogar durchwegs höhere Schadstoffemissionen als ein entsprechender Personentransport mit dem Flugzeug.

Darüber hinaus belegen die hier durchgeführten Vergleichsrechnungen, daß *im Bereich des Nahverkehrs* bei Vorliegen entsprechender Bedingungen ein erheblicher Emissionsvorteil des ÖPNV gegenüber dem motorisierten Individualverkehr gegeben ist, trotz der im Mittel geringeren Auslastung des ÖPNV im Vergleich zum Fernverkehr.

Ein *auf die Schadenswirkungen bezogener Vergleich* der verschiedenen Verkehrsträger würde noch erheblich günstigere Werte für den öffentlichen Verkehr ergeben. Jeder Emissionsvergleich besitzt den methodischen Nachteil, daß er in bezug auf Umweltwirkungen nur eine sehr eingeschränkte Aussagefähigkeit besitzt, weil er keine Bezugnahme auf die jeweiligen Immissionsbelastungen gestattet. Die relativ geringeren Emissionen des Bahntransports ergeben jedoch vergleichsweise noch geringere Immissionen in den Lebensräumen der Bevölkerung, da sie aus hohen Kraftwerksschornsteinen freigesetzt werden, die eine weitgehende Verdünnung der Schadstoffkonzentrationen sicherstellen. Besonders zu erwähnen ist auch, daß die zum immissionsbedingten kanzerogenen Risiko beitragenden Stoffe Dieselruß, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe und Benzol bei der Stromerzeugung in Kraftwerken gar nicht oder nur in vergleichsweise geringen Mengen freigesetzt werden.

3. Kapazitätsreserven der Bahn im Schienenpersonenfernverkehr

Vor dem Hintergrund weiterer prognostizierter Verkehrszuwächse vor allem im motorisierten Individualverkehr und der damit einhergehenden Erhöhung der Umweltbelastungen – insbesondere Schadstoff- und Lärmemissionen sowie Flächenverbrauch – kommt der Bahn als anerkannt umweltfreundlicherem Verkehrsmittel eine hervorgehobene Bedeutung zu (Abschnitt II.2.2). In der allgemeinen verkehrspolitischen Diskussion wird jedoch häufig der Standpunkt vertreten, der Schienenpersonenfernverkehr (SPFV) sei aus Kapazitätsgründen – d. h. ohne beträchtliche weitere Neu- und Ausbaumaßnahmen im heutigen Streckennetz der DB AG – derzeit nicht in der Lage, einen nennenswerten Anteil des Straßenpersonenfernverkehrs zu bewältigen.

Zur Vertiefung dieser Diskussion wurde das Institut für Verkehrswesen, Eisenbahnbau und -betrieb der Universität Hannover vom TAB und dem Deutschen Verkehrsforum beauftragt zu ermitteln (IVE 1998), welche Kapazität die Bahn im SPFV heute aufweist bzw. zukünftig unter Berücksichtigung derzeit geplanter Infrastrukturausbauten und betrieblicher Maßnahmen aufweisen kann. Dabei wurde in Anlehnung an die vom Auftragnehmer gleichfalls durchgeführte Studie „Kapazitätsreserven der Schieneninfrastruktur im Güterverkehr" (HaCon/IVE 1996) die Leistungsfähigkeit ausgewählter Strecken untersucht. Im Unterschied zur „Güterverkehrsstudie" waren – aufgrund der Bedeutung der Bahnsteiglängen als einer maßgeblichen Randbedingung für die Kapazitätsvariable „Zuglänge" – die Bahnhöfe in dieser Untersuchung mit zu berücksichtigen.

Ausgangspunkt der Kapazitäts-Betrachtungen in der Personenverkehrsstudie war ein nicht innerhalb der Ferien gelegener *Freitag* des Fahrplanjahres 1995/96. Die Untersuchungen bezogen sich auf die „Produkte" InterCityExpress (ICE), InterCity (IC), EuroCity (EC) und InterRegio (IR). Nachtzüge des SPFV fanden keine Berücksichtigung. Kapazitätsaussagen berücksichtigen ausschließlich das *reservierbare Sitzplatzangebot*, das heißt die Sitzplätze, auf die mit einem Reservierungssystem zugegriffen werden kann. Stehplätze sowie Plätze in Zugrestaurants bzw. -Bistros gingen nicht in die Untersuchung ein. Qualität und Umfang des vorhandenen rollenden Materials wurden bei der Ausweisung von Kapazitätsreserven nicht berücksichtigt. Kosten für Investitionen in neues Wagenmaterial waren in dieser Untersuchung nicht entscheidungsrelevant, da bei der angenommenen hundertprozentigen Auslastung vorhandener und möglicherweise zusätzlicher Wagen die Finanzierbarkeit des Rollmaterials als gegeben unterstellt wurde.

In der Studie wurden Korridore – d. h. großräumige Verbindungen zweier Ballungsräume, die gegebenfalls auch mehrere (parallele) Strecken umfassen können – untersucht. Aufgrund der großen Länge der Korridore können sowohl die infrastrukturellen Voraussetzungen als auch die betrieblichen Randbedingungen abschnittsweise stark differieren. Die Ausweisung einer Kapazität für den gesamten Korridor war daher nicht möglich. Die Korridore wurden deshalb für die Untersuchungen in angemessene Abschnitte unterteilt. Die kapazitätsbestimmenden Abschnitte (Engpässe) wurden richtungsbezogen analysiert und die Kapazitäten ermittelt. Die Untersuchungsergebnisse werden ausgewiesen in der Einheit *Sitzplätze je Abschnitt, Tag und Richtung.*

Zur Untersuchung des Themenkomplexes wurde eine Auswahl relevanter und repräsentativer Korridore, die bedeutende Wirtschaftszentren miteinander verbinden sollten, getroffen. Die für die Korridore relevanten Hauptstrecken ergeben sich weitgehend durch die Wahl der direktesten Schienenverbindung im Hauptnetz der DB AG. Sie werden u. a. durch eine umsteigefreie Bedienung zwischen den relevanten Ballungsräumen im ICE/IC-Verkehr gekennzeichnet. Eine Ausnahme stellt nur die Strecke Leipzig–Hof–Marktredwitz–Nürnberg dar, über die im Untersuchungszeitraum keine ICE/IC-Züge verkehrten.

In den Korridoren wurden die betrieblich relevanten Engpaßabschnitte ermittelt. Dabei sind insbesondere die Parameter Streckenleistungsfähigkeit, derzeitige Belastung der Strecke sowie Lage der Streckenabschnitte im Netz von Bedeutung:

- Die Streckenleistungsfähigkeit ist im wesentlichen abhängig von der signaltechnischen Ausstattung der Strecke sowie von der zulässigen Höchstgeschwindigkeit. Meistens wurden die technischen Randbedingungen einer Strecke den Anforderungen aus dem Betrieb schrittweise angepaßt. Allerdings konnten Rückgänge der Leistungsfähigkeit durch die Anhebung der Höchstgeschwindigkeiten im SPFV nur bedingt durch signaltechnische Verbesserungen aufgefangen werden (siehe dazu auch Kapitel IV).

- Die derzeitige Belastung einer Strecke ist den Bildfahrplänen des Untersuchungszeitraums zu entnehmen. Neben der absoluten Anzahl der Züge je Zeiteinheit sind auch die Anteile sowie die Reihenfolge von schnellen und langsamen Zügen von Bedeutung.

- Engpaßabschnitte ergeben sich häufig hinter der Vereinigung von zwei Strecken. Dies gilt insbesondere dann, wenn zwei zweigleisige Strecken in eine wiederum nur zweigleisige Strecke münden. Der Engpaßabschnitt endet in der Regel an einer Verzweigung, an welcher sich das Zugaufkommen annähernd gleichmäßig auf zwei Strecken aufteilt.

Betriebliche Restriktionen wie z. B. die maximal zulässige Wagenanzahl eines Zuges beziehen sich auf den Hauptlauf der untersuchten Linien. Die zusätzlich in den Fahrplan zu integrierenden Trassen für den SPFV sollten nicht notwendigerweise einem Taktgefüge genügen. Neue Trassen wurden keiner Linie zugeordnet, sondern korridorbezogen in die relevanten Querschnitte gelegt. Bei den Untersuchungen wurde eine ausreichende Leistungsfähigkeit der Bahnhofsknoten unterstellt.

Tabelle II-3.1

Streckenübersicht und untersuchte Streckenabschnitte

Korridor	Strecken der Korridore	untersuchte Streckenabschnitte
1.	Köln–Wuppertal–Hamm–Hannover Köln–Dortmund–Hannover Hannover–Magdeburg–Berlin Hannover–Stendal–Berlin (NBS = Neubaustrecke)	Dortmund–Selmig Minden–Wunstorf Hannover–Lehrte
2.	Hamburg–Lüneburg–Hannover Hannover–Göttingen–Kassel–Fulda (SFS = Schnellfahrstrecke) Hannover–Göttingen–Bebra–Fulda Fulda–Frankfurt	Stelle–Lüneburg Fulda–Flieden
3.	Köln–Koblenz–Frankfurt Köln–Frankfurt (NBS)	Bonn–Koblenz Gau Algesheim–Mainz
4.	Mainz/Ffm–Mannheim–Stuttgart–München Ffm–Würzburg–Nürnberg–München	Ludwigshafen–Mannheim Groß Gerau–Waldhof Darmstadt–Mannheim Plochingen–Geislingen Aschaffenburg–Gemünden Augsburg–München
5.	Berlin–Dessau–Halle–Jena–Nürnberg Berlin–Wittenberg–Leipzig–Nürnberg	Bamberg–Fürth Marktredwitz–Nürnberg

Quelle: IVE 1998

Für die Untersuchung wurden folgende Korridore ausgewählt:

Korridor 1: Rhein/Ruhr–Hannover–Berlin

Korridor 2: Hamburg–Hannover–Kassel–Fulda–Rhein/Main

Korridor 3: Rhein/Ruhr–Rhein/Main/Neckar

Korridor 4: Rhein/Main–Stuttgart/Würzburg–München

Korridor 5: Berlin–Nürnberg

Tabelle II-3.1 enthält die Zuordnung von Hauptfernverkehrsstrecken (HFS) zu den jeweiligen Korridoren sowie die maßgeblichen Engpaßabschnitte.

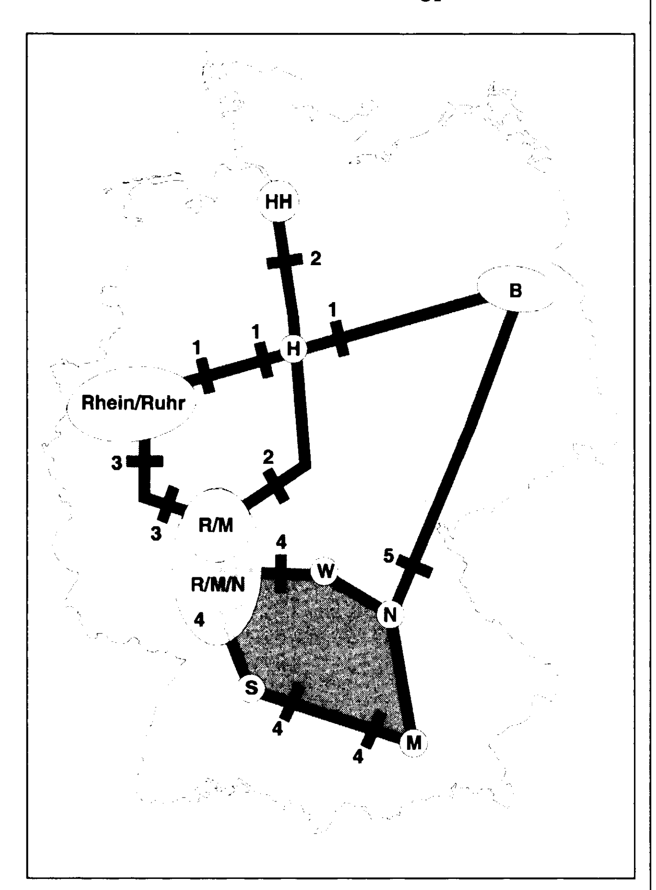
In einer ersten Phase wurden die Kapazitäten der Bahn im Status-quo bestimmt. Ausgangsbasis und Vergleichsmaßstab für die Ermittlung der vom System noch leistbaren Kapazitätssteigerungen war die im Bezugszeitraum, dem Fahrplanjahr 1995/96, von der DB AG vorgehaltene Beförderungskapazität im Schienenpersonenfernverkehr.

Aus den Analysen der Strecken des Korridors 3 (Rheinstrecke) sowie des Korridors 4 (insbesondere Augsburg–München) wurde ermittelt, daß auf zweigleisigen Strecken unter jetzigen Randbedingungen eine Kapazität im SPFV von gut 40 000 Sitzplätzen je Tag und Richtung zur Verfügung gestellt werden kann. Diese Randbedingungen umfassen im wesentlichen die herkömmliche Sicherungs- und Betriebsleittechnik, eine Streckenhöchstgeschwindigkeit von bis zu 200 km/h, den Verbleib von Nah- und Regionalverkehr auf der Strecke, ein geringes Aufkommen im Güterverkehr sowie die heute üblichen Zuglängen.

Unter Berücksichtigung des beschriebenen Zugmixes können ca. drei bis vier Züge des SPFV je Stunde betrieblich vorgesehen werden. Um eine höhere Kapazität zur Verfügung stellen zu können, ist die Einschränkung anderer Verkehrsarten (Nah-, Regional-, Güterverkehr) erforderlich.

Abbildung II-3.1

Untersuchte Korridore und Engpaßabschnitte



Quelle: IVE 1998

3.1 Ausgangsannahmen zur Berechnung der Kapazitätsreserven

Die Kapazitätsreserven im SPFV werden in dieser Studie in mehreren Stufen ermittelt, alternativ realisierbar sind:

- Stufe I: Erhöhung der Wagenanzahl je Zug bis an die technischen Grenzen
- Stufe II: Änderung der Zugkonfigurationen bei heutigen Zuglängen
- Stufe I/II: Änderung der Zugkonfigurationen bei verlängerten Zügen
- Stufe III: Belegung zusätzlicher Fahrplantrassen
- Stufe IV: Einführung neuer Betriebskonzepte
- Stufe V: Einführung moderner Betriebsleittechniken

Die Maßnahmen der Stufen I bis III könnten kurz- bis mittelfristig ohne nennenswerte Veränderungen in der Betriebsorganisation realisiert werden. Die Einführung neuer Betriebskonzepte und Betriebsleittechniken setzt die Verfügbarkeit neuer Techniken voraus, die frühestens mittelfristig gegeben sein dürfte.

Kapazitätsreserven Stufe I: Erhöhung der Wagenanzahl

In *Stufe I* wird eine Kapazitätsreserve ausschließlich durch eine Verlängerung der Züge bis auf die technisch zulässigen Zuglängen erzielt. Berücksichtigt werden alle Züge, die in den für den betreffenden Korridor relevanten Engpaßabschnitten verkehren. Folgende Parameter begrenzen derzeit die zulässigen Längen der Reisezüge:

Bahnsteiglängen

Die zulässigen Längen der Reisezüge werden durch die Längen der im Regelbetrieb nutzbaren Bahnsteige limitiert, da im allgemeinen alle Wagen eines Zuges gleichzeitig über den jeweiligen Bahnsteig erreichbar sein müssen. Dabei kann ein Bahnhof Bahnsteige mit unterschiedlichen Nutzlängen aufweisen, so daß bei Bahnhöfen mit einem oder wenigen langen Bahnsteigen der gleichzeitige Halt von mehreren langen Zügen nicht unbedingt gewährleistet werden kann.

Traktionsleistung

Die Antriebsleistung der eingesetzten Lokomotiven, Triebköpfe bzw. Antriebseinheiten muß auf die Gewichte der jeweiligen Züge und damit auf die Anzahl der Wagen abgestimmt sein. Im hochwertigen SPFV-Verkehr müssen hohe Geschwindigkeiten auch mit schweren Zugeinheiten und unter ungünstigen Bedingungen, z. B. nasse Schienen, in hinreichend kurzer Zeit erreicht werden können.

Streckentopographie

In topographisch schwierigem Gelände (große und/oder lange Steigungen) können die Zuglängen ganz besonders von der Verfügbarkeit leistungsstarker Triebfahrzeuge abhängen. In diesen Fällen kann somit die Verlängerung der Züge nicht ohne gleichzeitige Anpassung der Traktionsleistung realisiert werden. Schließt man den Reisezugbetrieb mit Doppeltraktion aus, bedarf es im Falle von lokbespannten Zügen des Einsatzes leistungsfähigerer und ggf. neu zu beschaffender Lokomotiven.

Betriebliche Funktionalität

Neben einer Überprüfung der technischen Voraussetzungen für eine Erhöhung der Wagenanzahl müssen auch weitere betriebliche Randbedingungen hinterfragt und unverhältnismäßig aufwendige Maßnahmen ausgeklammert werden. So soll z. B. auf ein An- und Abhängen von Wagen („Stärken" und „Schwächen" der Züge) für kurze Teilabschnitte einer Fernverkehrslinie verzichtet werden, selbst wenn dies technisch möglich wäre.

Der von der DB AG bereits begonnene und in zunehmendem Maße vorgesehene Einsatz von Triebzügen (ICE) und lokbespannten Einheiten mit Steuerwagen steht dem kurzfristigen Stärken und

Schwächen dieser Züge (starrer Zugverband) jedoch entgegen. Damit stellt der Bahnhof mit der kürzesten Bahnsteiglänge auf der Linie die bedeutendste restriktive Größe dar.

Um den vorstehend erläuterten Punkten Rechnung zu tragen, wurde in der Stufe I davon ausgegangen, daß Einschränkungen der (Wagen-)Zuglängen einer Linie innerhalb eines Korridors abhängig von den Einschränkungen auf deren Hauptlauf sind. Zudem wurde das Vorhandensein ausreichend starker Traktionseinheiten unterstellt. Ferner werden, um die Produktbilder der derzeitigen Angebote der DB AG nicht zu verfälschen, die Züge ausschließlich mit derzeit im Einsatz befindlichen Wagen verlängert. Diese Stufe zur Kapazitätssteigerung im SPFV kann daher als die günstigste betrachtet werden, weil Fahrzeug-Neuentwicklungen nicht erforderlich sind und der Eisenbahnbetrieb nur geringfügig modifiziert werden muß.

Kapazitätsreserven Stufe II: Änderung der Zugkonfigurationen

In der zweiten Stufe zur Ermittlung von Kapazitätsreserven im Schienenpersonenfernverkehr werden drei unterschiedliche Maßnahmen vorgestellt und untersucht. Dabei werden die Zuglängen wie im Status-quo beibehalten, jedoch unterschiedliche Fahrzeugkonzepte unterstellt. Das Verhältnis der Sitzplätze in der 1. und 2. Wagenklasse wird bei den Maßnahmen II/1 und II/2 zuggattungsspezifisch in etwa beibehalten. Die in Stufe I getroffenen Annahmen wurden bei allen drei Maßnahmen der Stufe II weitgehend übernommen.

Maßnahme II/1 unterstellt den Einsatz von Reisezugwagen weitgehend herkömmlicher Bauart mit hoher Kapazität.

Maßnahme II/2 unterstellt den Einsatz von Doppelstock-Reisezugwagen. Dabei wurde berücksichtigt, daß auf Strecken des Hochgeschwindigkeitsverkehrs mit Tunnelabschnitten nur der Einsatz druckertüchtigter Wagen möglich ist. Jeder Korridor muß vor diesem Hintergrund daher linienspezifisch individuell berücksichtigt werden.

Maßnahme II/3 unterstellt in enger Anlehnung an Maßnahme II/2 den Einsatz von Doppelstock-Reisezugwagen mit Einschränkungen beim Service durch den Wegfall von Gastronomieangeboten (Restaurant/Bistro) unter Beibehaltung des Einsatzes der Minibar, beim Angebot an Toiletten sowie beim Komfort durch Wegfall der 1. Wagenklasse. Diese Variante quantifiziert somit einen Grenzfall der Kapazitätsreserven. Aufgrund des eingeschränkten Angebots an Serviceleistungen sowie des verminderten Komforts kann diese Variante nicht als am Verkehrsmarkt realisierbare Alternative betrachtet werden. Sie dient vielmehr ausschließlich dazu, den technisch realisierbaren Extremfall – die obere Grenze des für europäische Verhältnisse theoretisch möglichen Sitzplatzangebots bei heutigen Zuglängen – darzustellen und die entsprechenden Kapazitätsreserven zu quantifizieren.

Kapazitätsreserven Stufe I/II: Einsatz von Doppelstockwagen bei verlängerten Zügen

Die Stufe I/II stellt eine Kombination der Maßnahmen aus Stufe I und der Maßnahme II/2 dar. Die in Stufe I verlängerten Züge werden nun vollständig aus den bei Maßnahme II/2 eingesetzten Wagen gebildet. Die jeweiligen Maßgaben aus den Stufen wurden übernommen.

Kapazitätsreserven Stufe III: Belegung zusätzlicher Fahrplantrassen

In *Stufe III* sollen Fernverkehrsreisenden zusätzlich zum Angebot im Fahrplanjahr 95/96 weitere Zugverbindungen angeboten werden. Durch Analyse der relevanten Engpaßabschnitte wurden für den Schienenpersonenfernverkehr geeignete Trassen ermittelt. Zum Verständnis dieses Begriffs ist anzumerken, daß man sich bei der Kapazitätsplanung der Bahn sogenannter Bildfahrpläne bedient, in denen alle Zugfahrten auf einem Streckenabschnitt in Form von Zeit-Wege-Linien dargestellt werden. Eine Trasse ist eine zugspezifische Zeit-Wege-Linie in einem solchen Fahrplangefüge. Für die Bestimmung der Kapazitätsreserven in Stufe III wurden die vorliegenden Bildfahrpläne dahingehend untersucht, ob sich auf dem jeweiligen Streckenabschnitt in jeder Richtung weitere Züge in die Fahrplankonstruktion einfügen lassen, d. h. ob man noch ungenutzte Zeitfenster finden kann, auf denen sich zusätzliche Trassen ausweisen lassen.

Für die Ermittlung freier Trassen wurden die Ergebnisse der Untersuchung zu den Kapazitätsreserven im Schienengüterverkehr (HaCon/IVE 1996) berücksichtigt. Insbesondere wurden Bedarfstrassen des Schienengüterverkehrs nicht für den SPFV genutzt, und die Bedienungszeiträume für zusätzliche Trassen wurden auf den Zeitraum hoher Nachfrage im SPFV von 8 Uhr bis 20 Uhr beschränkt und somit gegenüber dem Fahrplan 1995/96 auch nicht ausgedehnt.

3.2 Ermittelte Kapazitätsreserven der einzelnen Korridore in den Stufen I bis III

Tabelle II-3.2 führt zusammenfassend die ermittelten Ergebnisse für die Stufen I und II auf.

(1) In *Stufe I* können durch eine Verlängerung der Züge bis an die technischen Grenzen zwischen ca. 19 % und 30 % zusätzliche Kapazitäten geschaffen werden. Einen großen Einfluß auf die korridor- bzw. querschnittsbezogenen Zuwächse hat der Anteil an InterRegio-Zügen im Fahrplan 1995/96. Diese sind im Vergleich zu InterCity-Zügen kürzer und bieten daher noch besonders große Reserven für eine Kapazitätserhöhung durch Zugverlängerung. Hervorzuheben sind hier die Korridore 1 und 5 (West-Ost-Verkehr) mit möglichen Kapazitätssteigerungen von fast 30 %.

(2) Durch den ausschließlichen Einsatz von herkömmlichen Reisezugwagen hoher Kapazität in *Stufe II, Maßnahme 1* können hingegen nur vergleichsweise geringe Kapazitätsreserven realisiert werden. Hier liegen die möglichen Zuwächse nur zwischen

Tabelle II-3.2

Sitzplatzangebot im Status-quo, Kapazitäten in den Stufen I und II sowie Veränderungen gegenüber dem Status-quo. Durchschnittswerte, gemittelt über die Richtungen aller Engpaßquerschnitte eines Korridors, in Sitzplätzen je Tag und Richtung [SP/d · Ri]

Korridor	*Status-quo*	*Stufe I*		*Stufe II/1*		*Stufe II/2*		*Stufe I/II*	
	(1)	*(2)*	*(3)*	*(4)*	*(5)*	*(6)*	*(7)*	*(8)*	*(9)*
		[SP/d · Ri]	*(2) in % von (1)*	*[SP/d · Ri]*	*(4) in % von (1)*	*[SP/d · Ri]*	*(6) in % von (1)*	*[SP/d · Ri]*	*(8) in % von (1)*
1.	18 744	24 321	*129,8*	19 930	*106,3*	26 689	*142,4*	35 496	*189,4*
2.	26 054	30 970	*118,9*	29 567	*113,5*	38 348	*147,2*	46 246	*177,5*
3.	38 277	46 417	*121,3*	39 331	*102,8*	49 857	*130,3*	61 309	*160,2*
4.	22 779	26 651	*117,0*	24 604	*108,0*	31 656	*139,0*	36 961	*162,3*
5.	4 280	5 489	*128,2*	4 620	*107,9*	6 993	*163,4*	8 989	*210,0*
Gesamt .	22 027	26 769	*121,5*	23 610	*107,2*	30 708	*139,4*	37 800	*171,6*

Quelle: IVE 1998

2,8 % und 13,5 %. In dieser Maßnahme können für Korridore mit einem großen Anteil an ICE- und IR-Verkehren die größten Kapazitätsreserven ausgewiesen werden, weil diese beiden Zuggattungen die geringste spezifische Kapazität je Wagen aufweisen. Daher führt hier Korridor 2 mit 13,5 % Reserve die Liste der Korridore an. Da auf der Rheinstrecke (Korridor 3) hingegen fast ausschließlich lokbespannte IC- und EC-Züge mit einem hohen Anteil an Großraumwagen (bis zu 80 Sitzplätze je Wagen) verkehren, sind die Kapazitätsreserven mit nur 2,8 % am geringsten.

(3) Der Einsatz von Doppelstockwagen in *Stufe II, Maßnahme 2* ermöglicht die Bereitstellung besonders großer Kapazitätsreserven. Zwischen 30,3 % und 63,4 % liegen die Steigerungsmöglichkeiten im Sitzplatzangebot. Zu berücksichtigen ist, daß für ICE-Verkehre mit besonderen Anforderungen an die Druckdichtigkeit Doppelstockwagen mit vergleichsweise geringer Kapazität unterstellt wurden. Daher büßt der Korridor 2 gegenüber Maßnahme I seine Spitzenstellung mit nur 47,2 % Reserve ein. Korridor 5 mit den höchsten Kapazitätsreserven verdankt seine Spitzenstellung wiederum seinem hohen Anteil an IR-Verkehren mit geringen spezifischen Wagenkapazitäten im Fahrplan 1995/96. Korridor 3 bildet analog zu den Betrachtungen für Maßnahme 1 auch hier das Schlußlicht mit Kapazitätsreserven durch Einführung von Doppelstockwagen von „nur" 30,3 %.

(4) In *Stufe I/II* wurden *Stufe I* sowie *Stufe II, Maßnahme 2* kombiniert, daher überlagern sich auch die entsprechenden Maßnahmenwirkungen. Da die Auswirkungen durch die Einführung von Doppelstockwagen deutlich größer sind als durch die Verlängerung der Züge, setzt sich der Trend der bei der Diskussion von Stufe II, Maßnahme 2 gemachten Beobachtungen fort. Über alle Korridore wurden Kapazitätsreserven von durchschnittlich gut 70 % ermittelt, wobei nur die Korridore 2 und 3 mit Reserven in Höhe von 60,2 % bzw. 62,3 % unter diesem Ergebnis liegen. In Korridor 5 ließe sich aufgrund der besonderen Randbedingungen das Sitzplatzangebot nur durch fahrzeugtechnische Maßnahmen mehr als verdoppeln.

(5) Auf die Ergebnisse der Kapazitätsreserven aus *Stufe II, Maßnahme 3* (nur 2. Wagenklasse bei reduziertem Komfort) soll nicht näher eingegangen werden, da die unterstellten Randbedingungen nur eine geringe Realitätsnähe aufweisen. Der Vollständigkeit halber sei angemerkt, daß die Kapazitätsreserven aus dieser Maßnahme annähernd den Werten der Stufe I/II entsprechen.

Die in Stufe I und Stufe I/II durch Zugverlängerungen ausgewiesenen Kapazitätsreserven beziehen sich nur auf die Hauptläufe der betroffenen Linien innerhalb der untersuchten Korridore. Dabei ist der Hauptlauf der (mittlere) Abschnitt einer Zugfahrt, der auf dem hochwertigen Fernstreckennetz der Bahn erfolgt. Er kann begrenzt werden durch einen Vor- und/oder einen Nachlauf, auf Nebenstrecken. Auf den Vor- und Nachläufen der Linien, insbesondere der IR-Linien, ist im allgemeinen eine größere Einschränkung der möglichen Zuglängen durch geringere Bahnsteiglängen gegeben. In Einzelfällen wird heute darauf im Betrieb mit der Verkürzung der Züge durch das Abkuppeln von Wagen reagiert. Dieses Verfahren schränkt mithin die vollständige Ausnutzung der Bahnsteiglängen – und damit der dort möglichen Zuglängen – auf den Hauptläufen der Linien nicht ein. Anders stellt sich die Situation beim Einsatz von Triebzügen dar: Ein Stärken und Schwächen der Züge innerhalb einer Linie ist hier in der Regel nicht möglich, die Zuglänge wird auch im

Hauptlauf durch die kürzeren Bahnsteige in den Vor- und Nachläufen der Linien limitiert. Darauf könnte jedoch mit einer Umstrukturierung der Linienverläufe oder mit der Bildung von Verbänden, wie z. B. beim Halbzugkonzept, reagiert werden.

(6) Die Kapazitätsreserven in *Stufe III* durch *Ausweisung zusätzlicher Trassen* sollen korridorbezogen diskutiert werden, da hier korridorspezifische Randbedingungen eine besondere Bedeutung haben.

Im *Korridor 1 Rhein/Ruhr–Hannover–Berlin* wies lediglich der Abschnitt Dortmund–Hamm noch nennenswerte Kapazitäten für zusätzliche SPFV-Trassen auf. Elf bzw. 14 Trassen je Richtung konnten bei der Bildfahrplananalyse für den Zeitraum zwischen 8 Uhr und 20 Uhr noch ermittelt werden. Der Abschnitt Minden–Wunstorf und der Raum Hannover stellen jedoch bedeutende Engpässe dar, die weitere durchgängige Zugverbindungen auf diesem Korridor nicht mehr zulassen. Ausschlaggebend dafür ist u. a. die große Bedeutung des Schienenpersonennahverkehrs (SPNV) im Ballungsraum Hannover/Braunschweig, für den die DB AG gegenüber dem Großraumverkehr Hannover zudem eine Pünktlichkeitsgarantie abgegeben hat. Es muß angemerkt werden, daß auch nach Fertigstellung der Schnellfahrstrecke Hannover–Berlin im kommenden Jahr und somit der Bereitstellung bedeutender zusätzlicher Kapazitäten östlich von Lehrte/Gifhorn die Leistungsfähigkeit des Korridors nicht ansteigt.

Für den *Korridor 2 Hamburg–Hannover–Kassel–Fulda–Rhein/Main* konnten Kapazitätsreserven in Form von zusätzlichen Trassen nur noch in geringem Umfang für den Abschnitt südlich von Hannover ausgewiesen werden. Für den Engpaßabschnitt (Harburg–)Stelle–Lüneburg konnten bei einer Ausweitung des Untersuchungsbereichs bis nach Uelzen noch vier bzw. sechs Trassen je Richtung ausgewiesen werden. Zwischen Uelzen und Hannover ist jedoch aufgrund des Aufkommens im Schienennah- und -regionalverkehr sowie der Lage der Zugtrassen keine sinnvolle Fortführung der Trassen möglich, sodaß zwischen Hamburg und Hannover kein weiterer SPFV eingeplant werden kann. Im Streckenabschnitt Fulda–Flieden(–Gelnhausen) konnte je Richtung noch eine Trasse ausgewiesen werden. Dies entspricht einer Reserve von 2 % des SPFV-Aufkommens. Diese Trassen könnten z. B. für Züge über Hannover nach Bremen oder über Göttingen–Hildesheim nach Berlin verwendet werden.

Die Betrachtungen zum *Korridor 3 Rhein/Ruhr–Rhein/Main/Neckar* zeigen, daß auf der Rheinstrecke die Führung von zusätzlichen Zügen des Schienenpersonenfernverkehrs zwischen 8 Uhr und 20 Uhr nicht mehr realisierbar ist. Mit Fertigstellung der Neubaustrecke (NBS) zwischen Köln und dem Rhein/Main-Gebiet in wenigen Jahren werden jedoch erhebliche zusätzliche Kapazitäten in diesem Korridor bereitgestellt. Für den zukünftigen Betrieb sind derzeit fünf Züge je Stunde und Richtung vorgesehen. Die doppelte Anzahl von Zügen erscheint jedoch technisch realisierbar. Unter kapazitiven Gesichtspunkten könnten die Trassen auf der Neubaustrecke als zusätzliche Kapazität ausgewiesen werden, was mehr als einer Verdoppelung der zur Verfügung stehenden Trassen gleich käme. Einschränkend ist aber anzumerken, daß aufgrund der an die Landschaft angepaßten Trassierung dabei Längsneigungen von bis zu 40‰ zum Einsatz kommen. Die zu deren Bewältigung erforderlichen Antriebskonzepte lassen sich nach dem derzeitigen Erkenntnisstand nicht in Doppelstockzügen Schweizer Bauart verwirklichen. Daher kann die Sitzplatzkapazität im Korridor 3 nicht in gleichem Umfang wie die Zahl der dann zur Verfügung stehenden Trassen wachsen. Ferner wäre eine Durchbindung von Zügen von der Neubaustrecke in das Rhein/Neckar-Gebiet nur bedingt möglich. Es wird jedoch davon ausgegangen, daß nach Fertigstellung der Neubaustrecke ein Zug je Stunde und Richtung zusätzlich den Korridor auf der gesamten Länge bedienen kann.

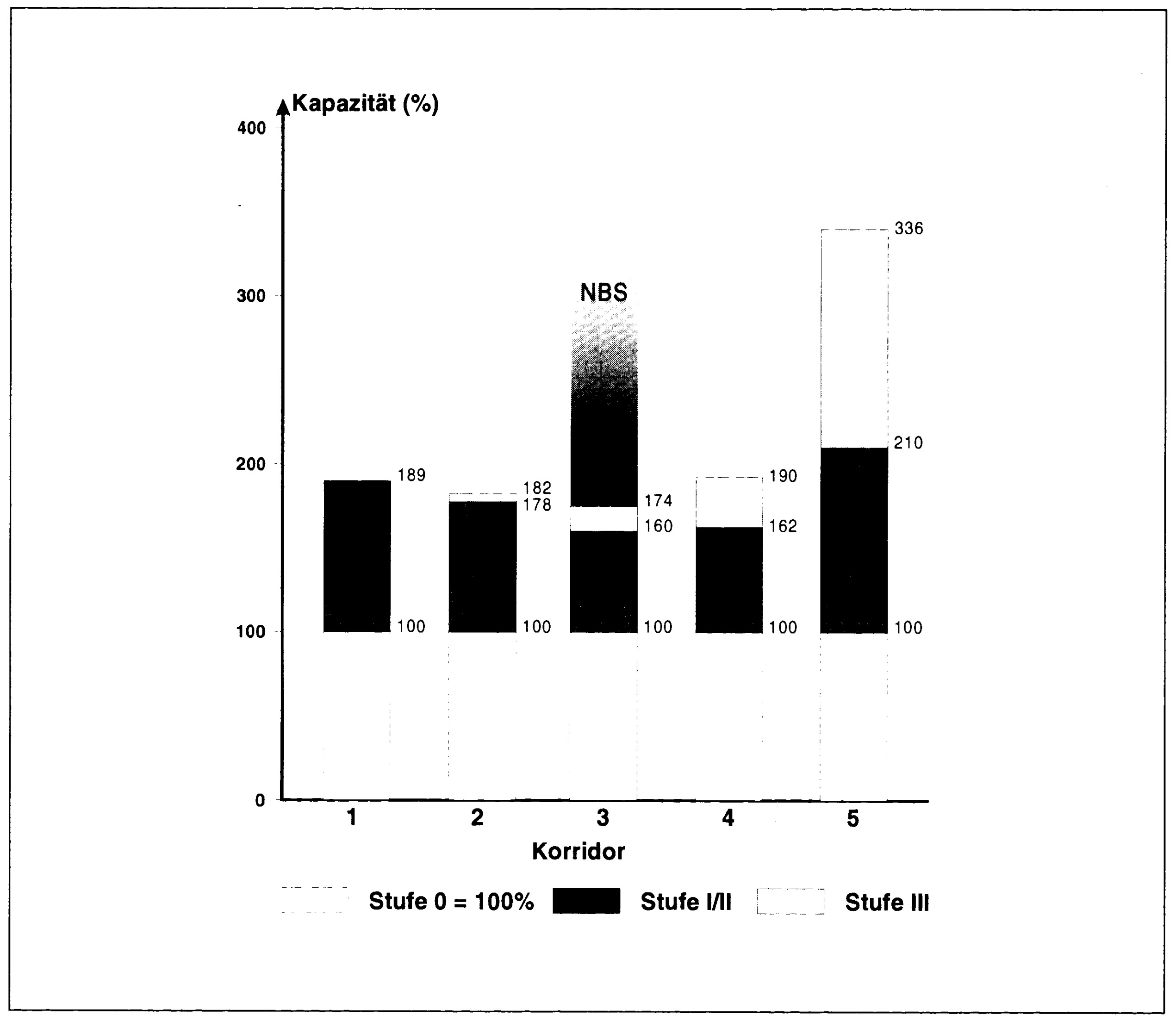
Der *Korridor 4 Rhein/Main–Stuttgart/Würzburg–München* ist der bei weitem umfangreichste Korridor dieser Studie, weil hier zwei parallele Streckenführungen – über Würzburg bzw. Stuttgart – betrachtet werden. Des weiteren ist festzuhalten, daß beide Streckenführungen auf Teilabschnitten auch für andere wichtige Relationen von Bedeutung sind und hier möglicherweise abgewogen werden muß, für welche Linien freie Trassen tatsächlich vergeben werden.

In der Gesamtbetrachtung ergibt sich, daß zwischen dem Rhein/Main- und dem Rhein/Neckar-Gebiet im wesentlichen Trassen auf der linken Rheinstrecke verfügbar sind. Bedeutender Engpaß ist hier die Rheinbrücke zwischen Ludwigshafen und Mannheim. Im Abschnitt des Korridors von Frankfurt über Darmstadt sind nur noch eine bzw. fünf zusätzliche Trassen verfügbar. Im nördlichen Teil des Korridors über Aschaffenburg stehen im Zeitraum von 8 Uhr bis 20 Uhr je Richtung noch acht freie Trassen zur Verfügung. Im südlichen Teil des Korridors über Stuttgart können zwischen 8 Uhr und 20 Uhr je Richtung noch drei Trassen zusätzlich belegt werden. Insgesamt stehen bezogen auf die Korridormitte, d. h. auf die Abschnitte Aschaffenburg und Geislingen, noch ca. 17 % freie Trassen zusätzlich zur Verfügung. Einschränkend muß festgestellt werden, daß die Zeitlage der Trassen im Geislinger Abschnitt nicht zwingend mit verfügbaren Kapazitäten zwischen Mannheim und Frankfurt korrespondiert. Wie vorstehend erwähnt, können die freien Trassen jedoch mit Zügen belegt werden, welche nicht notwendigerweise beide Engpaßabschnitte durchqueren, z. B. in Richtung Saarland.

Korridor 5 Berlin–Nürnberg bietet das größte Entwicklungspotential, allerdings ausgehend von einem im Vergleich zu den anderen Korridoren im Betrachtungszeitraum geringen Niveau. Den bereits verkehrenden acht bzw. neun Zügen zwischen Bamberg und Fürth stehen sechs bzw. drei zusätzlich verfügbare Trassen gegenüber. Dies entspricht einem zusätzlichen Angebot von 75 % bzw. 33 %. Zwischen Marktredwitz und Nürnberg ist eine Kapazitätssteigerung um 63 % bzw. 75 % möglich bei einem Ausgangsniveau von je acht Zügen je Tag und Richtung. Im Durchschnitt können zusätzlichen Kapazitäten von ca. 60 % unterstellt werden.

Abbildung II-3.3

Korridorspezifische Kapazitätsreserven der Stufen I bis III



Quelle: IVE 1998

Abbildung II-3.3 zeigt die Ergebnisse in einer Übersicht. Zum Verständnis der Grafik ist anzumerken, daß in den im Text genannten Ergebnissen zur Anzahl genutzter und noch verfügbarer Trassen eine Steigerung der zugspezifischen Kapazitäten noch nicht berücksichtigt ist. Für die Abbildung wurden die Ergebnisse dahin gehend umgerechnet, daß hierin die ermittelten Kapazitätsreserven der Stufe III infolge zusätzlich verfügbarer Trassen unter Annahme der gleichzeitigen Realisierung von Maßnahmen aus Stufe II, also der Steigerung der zugspezifischen Kapazitäten, Eingang fanden.

Im einzelnen wird deutlich, daß nur im Korridor 5 durch die Stufe III nennenswerte Kapazitätsreserven aktiviert werden könnten. Korridor 3 stellt durch die Berücksichtigung der Neubaustrecke quasi einen Sonderfall dar: Nach Fertigstellung der Baumaßnahme beträgt der Kapazitätszuwachs aus Stufe III für Korridor 3 nur etwa 14 %, da zwar auf der Neubaustrecke eine größere Anzahl von Trassen realisierbar wäre, diese jedoch nicht durchgehend bis in den Rhein-Neckar-Raum geführt werden können. Zusätzliche Reserven auf dem Abschnitt Köln–Frankfurt können zum jetzigen Zeitpunkt nicht quantifiziert werden. Es ist auch davon auszugehen, daß die volle Ausschöpfung der verfügbaren Trassen auf der Neubaustrecke aufgrund der unzureichenden Leistungsfähigkeit der betroffenen Bahnhöfe nicht ausgenutzt werden kann.

Begrenzte Bahnhofs- und Knotenleistungsfähigkeiten dürften für den Kapazitätszuwachs durch die in Stufe III ausgewiesenen zusätzlichen Trassen jedoch keinen generell limitierenden Faktor darstellen, da deren absolute Anzahl vergleichsweise klein ist.

Die nachgewiesenen freien Trassen dürften sich in der Regel nicht für ein zusätzliches Angebot an ver-

takteten Verkehren auf den untersuchten Hauptstrecken nutzen lassen. Eine Ausnahme stellt hier möglicherweise der Korridor 5 dar, bei dem z. B. auf der Strecke über Bamberg eine Verdichtung des IC-Angebots auf einen Stundentakt möglich ist. Eine Neuordnung des gesamten Fahrplans auf dieser Strecke wäre dann aber zumindest teilweise unumgänglich.

3.3 Kapazitätsreserven bei Einsatz neuer Konzepte

Kapazitätsreserven Stufe IV: Einführung neuer Betriebskonzepte

Stufe IV ergänzt die Möglichkeiten zur Kapazitätssteigerung um die Einführung neuer Betriebskonzepte. Dabei handelt es sich in den drei hier diskutierten Lösungsansätzen um Verfahren mit völlig unterschiedlichem Entwicklungs- bzw. Reifegrad.

Ein Beitrag zur Kapazitätssteigerung im SPFV durch *Variation der derzeitigen Linienführungen* kann vor allem dann geleistet werden, wenn dadurch überlastete zentrale Bahnhöfe bzw. zentrale Bereiche oder einzelne Bahnhöfe, die zur Aufnahme langer Züge oder von Zügen großer Kapazität nur mangelhaft geeignet sind, umgangen werden können. Allerdings wären Einschränkungen in der Angebotsqualität zu erwarten, wenn z. B. eine Minimierung der Umsteigevorgänge oder eine Bedienung aller derzeit bedienten Bahnhöfe nicht mehr realisierbar wären. Es ist ferner zu berücksichtigen, daß die meisten der vorgeschlagenen Maßnahmen im Rahmen der derzeitigen Nachfragesituation im SPFV kaum Aussicht auf Umsetzung haben. Allerdings ist unter der Annahme erheblicher Nachfragesteigerungen mit einem deutlichen Nachfragezuwachs auch auf bisher schwach frequentierten Relationen zu rechnen. Ein Fahrgastaufkommen auf Nebenfernstrecken oder in derzeit im SPFV nicht bedienten Bahnhöfen könnte auch wirtschaftlich interessant werden.

Folgende Gestaltungsmöglichkeiten kommen bei der Variation der Linienführungen prinzipiell in Frage:

- Auslassung von Bahnhöfen (Durchfahrt), welche überlastet oder nur unzureichend (z. B. mit zu kurzen Bahnsteigen) ausgestattet sind. Die Bedienung ausgelassener Bahnhöfe sollte allerdings weiterhin in angemessener Weise sichergestellt werden, z. B. durch eine Verbesserung des Angebots mit qualifizierten Zügen des Regionalschnellverkehrs. Diese zusätzlichen Züge führen wiederum zu einer stärkeren Auslastung der betroffenen Strecken. Die Bildung (neuer) kapazitiver Engpässe könnte die Folge sein.
- Bedienung alternativer Bahnhöfe mit für lange Züge geeigneter Infrastruktur bzw. mit Erweiterungsmöglichkeiten. Besonders in Ballungsräumen mit dicht vertakteten S-Bahnangeboten ist die Bedienung diesbezüglich gut erschlossener peripherer Bahnhöfe vorstellbar. Ein Ausbau der entsprechenden Bahnhöfe wird i. d. R. unumgänglich sein.
- Kleinräumige Umfahrung (z. B. auf Güterumgehungsbahnen) von Bahnhöfen oder zentralen Bereichen, welche betrieblich nicht für lange Züge geeignet oder bereits überlastet sind.
- Großräumige Umfahrung von Engpässen auf alternativen Routen, insbesondere Nebenfernstrecken, eventuell auch unter Auslassung von ursprünglichen Halten. Für die beiden letztgenannten Punkte ist zu beachten, daß die Nutzung von Strecken, welche weitgehend dem Güterverkehr vorbehalten bleiben sollen, betrieblichen Konzepten wie der Entmischung und hier insbesondere dem Projekt „Netz 21" der DB AG entgegenstehen. Gegebenenfalls muß sich der SPFV mit seinen Geschwindigkeiten denen der Güterzüge anpassen.

Der Eisenbahnverkehr wird in der Bundesrepublik Deutschland bislang zum größten Teil im Mischverkehr betrieben. Züge unterschiedlicher Geschwindigkeiten und unterschiedlicher Gattungen befahren dieselben Strecken. Liegt keine tageszeitliche Trennung von schnellen und langsameren Zügen vor, so verringern die unterschiedlichen Geschwindigkeiten die Leistungsfähigkeit der Strecken erheblich. Daneben muß auf Mischverkehrsstrecken die Infrastruktur für den Nutzer mit den jeweils höchsten Ansprüchen an spezielle Parameter vorgehalten werden, obwohl andere Nutzer diese nicht ausschöpfen. Ein erhöhter Bedarf an Kapazitäten auf den Hauptstrecken des Netzes und eine Analyse der Instandhaltungskosten bei Mischverkehrsstrecken haben zu Überlegungen geführt, Verkehre zu entmischen und zu harmonisieren.

Unter der *Harmonisierung des Betriebs* wird im allgemeinen zunächst die Angleichung der Zuggeschwindigkeiten auf einer Strecke auf ein möglichst enges Geschwindigkeitsspektrum verstanden. Zwar wurde in den vergangenen Jahren durch den Einsatz verbesserter Technik die Beschleunigung langsamer Nahverkehrszüge ermöglicht, auch können Güterzüge durch den Einsatz verbesserten Rollmaterials mit besserer Bremstechnik schneller fahren als in der Vergangenheit. Dennoch bleiben die Geschwindigkeitsunterschiede beider Verkehre zum hochwertigen SPFV mit Höchstgeschwindigkeiten von 200 km/h und mehr (ICE-Verkehr) bedeutend.

Um eine Harmonisierung zu erreichen, müßte eine deutliche Verlangsamung des SPFV erfolgen, wenn alle Verkehre (Fernverkehr, Nahverkehr, Güterverkehr) auf derselben Strecke verkehren sollen. Dies wäre nur zu Lasten der Reisezeiten im SPFV durchführbar, was zu einer wesentlichen Angebotsverschlechterung führen würde und so einer Harmonisierung der Geschwindigkeiten auf Strecken mit einer großen Produktvielfalt im Personen- und Güterverkehr enge Grenzen setzt.

In vielen Fällen ist jedoch eine tageszeitlich begrenzte Harmonisierung der Geschwindigkeiten auf einer Strecke realisierbar. Dies sind im wesentlichen Zeiträume, in denen der schnelle SPFV nicht oder nur selten verkehrt, also nachts und in den Tagesrandlagen. In diesen Zeiten werden die Geschwindigkeiten des Personenverkehrs denen des Güterverkehrs angepaßt.

Unter *Entmischung des Betriebs* wird allgemein die räumliche oder zeitliche Trennung von Verkehren verstanden, die nicht harmonisiert werden können oder sollen. Die Entmischung kann dabei durch unterschiedliche technische Anforderungen der Züge an die Infrastruktur oder durch betrieblich relevante Geschwindigkeitsunterschiede motiviert werden. Im erstgenannten Fall wird eine Entmischung durch Zuordnung der einzelnen Verkehre zu unterschiedlichen Strecken erfolgen müssen, weil die technischen Eigenschaften der Züge dies erfordern oder weil sonst keine kostenrelevanten Infrastrukturanpassungen möglich sind. Züge mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten lassen sich hingegen sowohl durch infrastrukturelle Entmischung als auch durch zeitliche Entmischung (Züge unterschiedlicher Geschwindigkeitsniveaus fahren zu unterschiedlichen Tageszeiten) voneinander trennen.

Entmischung und Harmonisierung werden vom Geschäftsbereich Netz der DB AG im Projekt „Netz 21" verfolgt. Die Überlegungen sehen eine Klassifizierung des Streckennetzes für unterschiedliche Verkehrsarten vor, die sowohl die differierenden Transportanforderungen als auch die unterschiedlichen Geschwindigkeitsprofile berücksichtigt. So weit möglich, soll eine räumliche Trennung des schnellen Personen-, des Güter- und des regionalen (langsameren) Personenverkehrs durch die Ausweisung weitgehend unabhängiger Netze für diese Verkehrsarten realisiert werden (Fricke/Janiak 1996). Erwünschte Effekte sind neben Kapazitätssteigerungen – von seiten der DB AG wird eine Steigerung der Streckenleistungsfähigkeit bis zu 25 % , bei vollständiger Trennung von SPFV, GV und SPNV sogar von bis zu 45 % (Fricke/Janiak 1996) erwartet – auch Kosteneinsparungen aufgrund einer angepaßten Infrastruktur. Insbesondere Weichenverbindungen und Überholgleise verursachen in einer Infrastruktur für Mischbetrieb hohe Kosten und können bei entmischten und harmonisierten Verkehren um einen bedeutenden Anteil reduziert werden.

Es ist allerdings zu bedenken, daß bei Erhöhung der Streckenleistungsfähigkeiten durch die Entmischung des Betriebs auch die Bahnhöfe eine Erweiterung ihrer Kapazitäten erfahren müssen. Die Infrastruktur im Bereich der Bahnhöfe bietet heute im allgemeinen nicht die Möglichkeit, den einzelnen Leistungsnetzen einen eigenen Abschnitt bzw. konfliktfrei zu befahrende Gleise zuzuordnen. Somit besteht die Gefahr, daß das Potential der Strecken aufgrund von betrieblichen Engpässen in den Knoten nicht ausgeschöpft werden kann.

Die Ausweisung zusätzlicher Trassen für den SPFV (Stufe III) in bezug auf den Status-quo kann nicht losgelöst von den Entmischungsstrategien gesehen werden. Zum einen beziehen sich die von „Netz 21" anvisierten Kapazitätssteigerungen ebenfalls auf den Status quo. Auf der anderen Seite induziert die Entmischung eine Umstrukturierung des Fahrplans, während die im Rahmen der Stufe III vorgenomme Trassenfindung die heutigen Trassen als fixe Vorgabe annimmt. Somit sind die Effekte aus der Stufe III und der Entmischung nicht pauschal addierbar.

Einsatz des TCS-Konzepts für den SPFV

Das Konzept, Züge auf Teilen ihrer Laufwege zu einem Verband zu vereinen und nach dem gemeinsamen Befahren eines Streckenabschnittes wieder zu trennen, wird seit etwa 1994 unter dem Begriff „Train-Coupling and -Sharing", kurz TCS, diskutiert. Der Grundgedanke von TCS ist der Einsatz von nachfrageangepaßten Zug-„Modulen", die im Mittel eine kürzere Länge als heutige Züge aufweisen und während des gesamten Weges als Einheiten zusammenbleiben. Zur Reduktion von Trassen aus wirtschaftlichen (Trassenpreise) oder Kapazitätsgründen werden diese Module für bestimmte Wegabschnitte zu Verbänden zusammengefügt. Die Bildung eines Verbandes (Coupling) führt dann zur gemeinsamen Nutzung einer Trasse (Sharing). Gegebenfalls kann der Verband auch wieder aufgelöst werden, und die Module können unterschiedliche Ziele anfahren.

Die DB AG integriert derzeit mit dem Einsatz des ICE 2 das „Halbzugkonzept" in den ICE-Verkehr. Das Hauptziel besteht dabei in einer möglichst effizienten Anpassung des Platzangebots an die vorhandene Nachfrage auf einzelnen Teilrelationen. Insbesondere in den Endbereichen einzelner Linien können so die Ressourcen effektiver und ökonomischer eingesetzt werden.

Zur Erhöhung der Kapazitäten im SPFV werden durch die Autoren der Studie Varianten des TCS-Konzepts vorgeschlagen, die auf zwei wichtigen Maßnahmen basieren:

- Anhebung der derzeit nach der Fahrdienstvorschrift der DB AG auf 700 m begrenzten maximal zulässigen Zuglänge auf 800 m, um mit jedem Halbzug die max. Bahnsteiglänge von 400 m optimal ausnutzen zu können.
- Die Belegung einer durch TCS freigewordenen Trasse mit einem weiteren Zug des SPFV.

Der Betrieb eines Verbandes pro Stunde auf einer mit hochwertiger Betriebsleit- und Sicherungstechnik ausgestatteten Strecke wurde als mittelfristig machbar angesehen. Bezogen auf die Belegung von Hauptverkehrsstrecken mit ca. 3 bis 4 Zügen des SPFV je Stunde würde dies eine Steigerung der Trassenanzahl von ca. 30% bedeuten. Falls jedoch die Belegung der freigewordenen Trasse mit einem weiteren Zug des SPFV nicht realisiert werden kann, so ließen sich zwar auf dem Sharingabschnitt durch die Verbandsbildung der Trassenverbrauch (und damit der Trassenpreis) reduzieren, allerdings würde dies nicht zu einer Erhöhung des Sitzplatzangebots führen.

Aus technischer Sicht ist anzumerken, daß die heutige Steuerungs- und Sicherungsphilosphie einen intensiven Einsatz von TCS mit Verbandslängen von 800 m nicht zuläßt. Mit einem zukunftsorientierten Sicherungssystem wären aber wesentlich schnellere Kupplungsmanöver denkbar. Ein Kuppeln mittels „Elektronischer Deichsel" – entsprechende Konzepte werden für Straßenfahrzeuge bereits entwickelt bzw. getestet – würde ein physisches Kuppeln und Entkuppeln sogar überflüssig machen. Eine TCS-kompatible Steuerungstechnik liegt heute noch nicht vor,

die erschließbaren Reserven böten aber einen attraktiven Grund, diese intensiv mit einem mittel- bis langfristigen Zielhorizont (10 bis 20 Jahre) zu entwickeln. Weitere Anpassungsmaßnahmen wären bei der Bahnhofsinfrastruktur notwendig. Zudem wächst die Bedeutung des Pünktlichkeitsniveaus, da die Abhängigkeit der Züge bzw. Module untereinander zunimmt, sich die Auswirkungen von Betriebsstörungen erhöhen würden und in diesem Falle auch nicht eingeplante – zusätzliche – Trassen benötigt werden könnten. Eine zugleich durchgeführte räumliche Trennung unterschiedlicher Zugarten im Rahmen einer Entmischung sollte demgegenüber wiederum zu einer Stabilisierung der Betriebsabläufe beitragen.

Kapazitätsreserven Stufe V: Einführung neuer Betriebsleittechniken

Ein für die Streckenleistungsfähigkeit wesentlicher Faktor ist die eingesetzte Betriebsleittechnik. Derzeit wird an der Entwicklung neuer Betriebsleittechniken gearbeitet, mit denen die Leistungsfähigkeit der vorhandenen Infrastruktur gesteigert werden soll. Zu nennen sind hier vor allem die Projekte CIR-ELKE (Computer Integrated Railroading – Erhöhung der Leistungsfähigkeit im Kernnetz der Eisenbahn) sowie European Train Control System (ETCS). Beide sind im Kapitel IV näher beschrieben.

Im Rahmen von Pilotstudien konnte gezeigt werden, daß CIR-Maßnahmen – flankiert von kleineren Ausbaumaßnahmen – eine deutliche Leistungssteigerung von ca. 20–30% gegenüber dem Istzustand ermöglichen und damit geeignet sind, relativ kurzfristig zusätzliche Kapazitäten auf vorhandenen Strecken zu schaffen. Da die CIR-Maßnahmen hauptsächlich bei Ein- und Ausfädelungsvorgängen spürbare Leistungsverbesserungen bringen, sind die Auswirkungen bei Mischbetrieb wegen der Vielzahl der dort auftretenden Überholvorgänge besonders markant. Bei artreinem Betrieb sind die Auswirkungen nur an Streckenverzweigungen und bei den Zugwechselzeiten am Bahnsteig signifikant.

Für die Bestimmung der Kapazitätsreserven ist ausdrücklich festzuhalten, daß enge Wechselwirkungen zwischen unterschiedlichen betrieblichen Maßnahmen und neuen Betriebsleittechniken bestehen. Lediglich die ausgewiesenen Kapazitätsreserven der Stufe I/II können unabhängig von den anderen Stufen betrachtet werden, da die Anhebung des Sitzplatzangebots durch längere Züge und den Einsatz von Wagen mit hoher Kapazität in keinem direkten Zusammenhang zu den infrastrukturellen und betrieblichen Maßnahmen steht. Demgegenüber besteht ein enger Zusammenhang zwischen CIR-ELKE-Projekten und Maßnahmen zur Entmischung und Harmonisierung. CIR-ELKE erreicht die größten Effekte in bezug auf die Steigerung der Streckenleistungsfähigkeit, wenn der Zugbetrieb ein sehr inhomogenes Geschwindigkeitsbild aufweist. Eine Harmonisierung der Geschwindigkeiten oder die Entmischung unterschiedlich schneller Züge wird diese Effekte also schmälern.

Die CIR-ELKE-Technologie ist für Engpaßabschnitte auf Mischverkehrsstrecken vorgesehen und zielt somit auf eine punktuelle Entschärfung der Engpaßsituationen – allerdings mit weiträumigen Auswirkungen auf die entsprechenden Strecken. Die Entmischung des Betriebs kann und soll hingegen netzweit vorgenommen werden. In einigen Streckenabschnitten wird diese Entmischung aufgrund fehlender Alternativstrecken oder verkehrlicher Zwangspunkte ohne den Bau neuer Strecken nicht realisierbar sein. Hier kann der Einsatz von CIR-ELKE als Ergänzung von „Netz 21" in Betracht gezogen werden.

Insgesamt kann festgehalten werden, daß – aufgrund seiner netzweiten Bedeutung sowohl für die Infrastruktur als auch für die betrieblichen Belange – „Netz 21" als Basis-Konzept betrachtet werden sollte. Diesem Ansatz wären CIR-ELKE-Maßnahmen und Streckenerweiterungen wie z. B. Lückenschließung für die Leistungsnetze unterzuordnen. Darauf aufbauend kann die Erweiterung des Betriebsprogramms durch die Einplanung zusätzlicher Trassen, die Variation von Linienführungen und den Einsatz TCS-basierter Betriebsformen vorgenommen werden.

3.4 Schlußfolgerungen

Die Untersuchung zu den Kapazitätsreserven der Bahn im Schienenpersonenfernverkehr (SPFV) belegt, daß entgegen häufig geäußerter gegenteiliger Einschätzung bereits durch *kurzfristig realisierbare technische und organisatorische Maßnahmen erhebliche Kapazitätsreserven bereitgestellt werden können.* Derartige Maßnahmen betreffen ausschließlich den Fahrzeugpark, wie die Erhöhung der Wagenzahl je Zug (Stufe I) und die Änderung der Zugkonfigurationen durch den Einsatz von Doppelstockwagen (Stufe II). Würden diese beiden Maßnahmen kombiniert (Stufe I/II), so stünden in den untersuchten Korridoren zusätzliche Kapazitäten in Höhe von 70 bis 110% im Vergleich zum Status-quo zur Verfügung. Die weiterhin *kurz- bis mittelfristig durchführbare Maßnahme „Belegung zusätzlicher Fahrplantrassen" (Stufe III) hat sehr unterschiedliche Auswirkungen für die betrachteten Korridore.* Während für einige Korridore nur geringfügige Kapazitätssteigerungen möglich sind, ergeben sich für die Korridore „Rhein/Ruhr–Rhein/Main" (Korridor 3) und „Berlin–Nürnberg" (Korridor 5) erhebliche Steigerungen von über 100%. Die *Einführung fortgeschrittener technischer und organisatorischer Maßnahmen*, wie beispielsweise moderne Betriebsleittechniken (Stufe V), wird *mittel- bis langfristig weitere Kapazitätssteigerungen ermöglichen*, deren exakte Quantifizierung jedoch heute nur bedingt möglich ist.

Die Maßnahmen bzw. Kapazitätsreserven zu den Stufen III bis V sind in einem engen Zusammenhang zu sehen. Eine Übertragung der zu erwartenden Effekte auf den gesamten SPFV ist insbesondere aufgrund der nur punktuellen Wirkung einzelner Maßnahmen (z. B. CIR-ELKE) sehr schwer durchzuführen. Die Zusammenfassung der Maßnahmen der Stufe III mit den Entmischungs- und Harmonisierungsansätzen sowie CIR-ELKE- bzw. ETCS-Techniken dürfte aber eine Steigerung der Trassenzahl um 30% gegenüber dem Status-quo ermöglichen. Die

Kapazitätsreserven, bezogen auf das Sitzplatzangebot, steigen entsprechend. Werden die Trassen durch verlängerte Züge mit einer höheren Sitzplatzanzahl (Stufe I/II) befahren, ergeben sich daraus insgesamt Kapazitätsreserven um 120 %.

Die mit Infrastrukturerweiterungen bzw. -anpassungen verbundenen Maßnahmen haben einen eher mittelfristigen Realisierungshorizont. Demgegenüber sind die Effekte eines Betriebs unter Nutzung von Train-Coupling- and -Sharing (TCS-)-Konzepten mehr im mittel- bis langfristigen Bereich zu sehen. Für einen umfangreichen netzweiten Einsatz der in der Studie vorgeschlagenen Betriebsvarianten sind heute die notwendigen Voraussetzungen sowohl auf der Steuerungs- als auch auf der Infrastrukturseite nicht gegeben. Auf einzelnen Linien sollte der Betrieb von Verbänden mit bis zu 800 m allerdings mittel- bis langfristig durchführbar sein. Wird jede dritte SPFV-Trasse von einem Verband befahren, können wiederum Kapazitätsreserven von 30 % realisiert werden, die in Summation mit den vorherigen Maßnahmen eine prozentuale Steigerung um ca. 200 % und damit eine Verdreifachung gegenüber dem Status-quo bedeuten.

Auf lange Sicht (ca. 20 Jahre) ist der ausgedehnte Einsatz von Verbänden vorstellbar. Die Verdopplung aller Zuglängen durch das Bilden von Verbänden mit jeweils zwei Modulen aus heutigen Zügen verdoppelt das Sitzplatzangebot. Die Zusammenfassung aller Maßnahmen würde folglich eine Vervierfachung des Angebotes und damit eine Steigerung der Kapazitätsreserven um 300 % gegenüber der Gegenwart ermöglichen. Eine Zusammenstellung der Kapazitätsreserven differenziert nach den einzelnen Stufen sowie als Summe zeigt Tabelle II-3.3.

Die hier durchgeführten Untersuchungen ergänzen das Ergebnis einer im Auftrag des Umweltbundesamtes und des Deutschen Verkehrsforums durchgeführten Studie zu den Kapazitäten der Schieneninfrastruktur im Güterverkehr. Diese Studie wies nach, daß auch im Güterverkehr erhebliche Kapazitätsreserven vorliegen. Der durchgeführte Vergleich mit den Kapazitäten des Straßengüterfernverkehrs zeigte, daß die Bahn in der Lage wäre, erhebliche Anteile des Straßengüterfernverkehrs – je nach Korridor zwischen 35 und 100 % – zusätzlich zum vorhandenen Aufkommen auf der Schiene zu befördern. Es muß jedoch betont werden, daß beide Studien nur die Untersuchung der technischen Machbarkeit zum Ziel hatten. Aussagen zu den Rahmenbedingungen, die erforderlich wären, um diese Kapazitäten auch auszuschöpfen, waren nicht Gegenstand der Untersuchungen.

Tabelle II-3.3

Kapazitätsreserven im Schienenpersonenfernverkehr, bezogen auf das Sitzplatzangebot im Status-quo

Kapazitätsreserven im Schienenpersonenfernverkehr			
Maßnahme	Realisierungshorizont	Reserven durch Realisierung der Einzelmaßnahmen bezogen auf Ist-Zustand 1995/96	Reserven bei paralleler Realisierung aller Maßnahmen bezogen auf Ist-Zustand 1995/96 (kumuliert)
Stufe I/II	kurz- bis mittelfristig	70 %	70 %
Stufe III, Harmonisierung und Entmischung, Betriebsleittechniken (z. B. CIR-ELKE)	mittelfristig	30 %	120 %
TCS und Variation der Linienführung	mittel- bis langfristig langfristig (ca. 20 Jahre)	30 % bis 100 %	ca. 200 % bis über 300 %

III. Instrumente der Verkehrspolitik

1. Instrumente – Maßnahmen – Optionen: Ein Überblick

Verkehrspolitik als staatliche Einflußnahme auf das Verkehrsgeschehen findet auf vielfältige Weise statt. Der Staat tritt als Investor von Verkehrswegen auf (Planung, Finanzierung und Bau), er übernimmt selbst als Aufgabenträger bestimmte verkehrliche Angebote und legt Tarife und Fahrpläne fest oder überträgt das Angebot nach seinen eigenen hoheitlichen Vorstellungen einem privatwirtschaftlich organisierten Unternehmen. Er erteilt Genehmigungen für Verkehrsinvestitionen und den Verkehrsbetrieb auf privatwirtschaftlicher Basis oder auf einer anderen staatlichen Ebene und gewährt hierfür manchmal auch finanzielle Zuschüsse. Der Staat genehmigt Preise und Preisstrukturen für Verkehrsdienstleistungen oder erhebt Steuern im Verkehrssektor zur Erzielung eigener Einnahmen. Die staatliche Einflußnahme nimmt je nach Verkehrsträger (Straße, Schiene, Binnenschiffahrt, Seeschiffahrt, Luftfahrt) verschiedene Formen und Intensitätsgrade an und ist seit einigen Jahren stark im Wandel begriffen.

Als wichtige marktordnungspolitisch relevante Regelungen der jüngsten Zeit, deren Umsetzung eingeleitet, aber noch nicht vollkommen abgeschlossen ist, sind die neuen EU-rechtlichen Rahmenbedingungen für die Erbringung gemeinwirtschaftlicher Leistungen und den Eisenbahnverkehr, die Bahnreform in der Bundesrepublik Deutschland, das deutsche Fernstraßenbauprivatfinanzierungsgesetz aus dem Jahr 1994, aber auch die freie Preisbildung im grenzüberschreitenden Straßengüterverkehr und die Lockerung des Marktzugangs zu nennen.

Parallel zu den grundlegenden Neuorientierungen im Verkehrssektor findet eine intensive – theorie- und empiriebezogene – Erörterung der Instrumente und Maßnahmen statt, die relativ direkt auf die Abläufe bzw. Prozesse im Verkehrssystem ausgerichtet sind. Es geht um die Einführung, Fortsetzung, Abschaffung oder Änderung konkreter verkehrspolitischer Maßnahmen. Als Beispiele seien hier die Umlegung der Kraftfahrzeugsteuer auf die Mineralölsteuer, die Einführung von Wegebenutzungsabgaben im Straßenverkehr, die finanzielle Förderung des öffentlichen Personennahverkehrs oder die Benutzung von Einbahnstraßen für den Fahrradverkehr auch in Gegenrichtung genannt.

Der Einsatz von Instrumenten und Maßnahmen für den Verkehr wird unter unterschiedlichen Zielsetzungen diskutiert. Zunehmend liegt ein Schwerpunkt bei umweltpolitischen Zielsetzungen. Entsprechend dem liberal-ökonomischen bzw. marktwirtschaftlichen Grundkonzept steht dabei die Frage im Vordergrund, ob und wie verkehrlich bedingte Umweltbelastungen in Preissignale umgesetzt werden können und müssen (siehe beispielsweise ECMT 1994; EU 1995; Huckestein 1996; Ewers/Mankel 1997).

Diese speziell auf den Verkehrssektor bezogene Diskussion erhält neue Impulse durch die primär auf den Energiesektor ausgerichtete Erörterung der Voraussetzungen und Folgen einer ökologischen Steuerreform (SRU 1996), aber auch durch die allgemeine umweltpolitische Instrumentediskussion.

In der umweltpolitischen Instrumentediskussion werden vor allem ordnungsrechtliche und preispolitische Instrumente miteinander verglichen. In erster Linie werden hierfür die Kriterien ökologische Treffsicherheit und ökonomische Effizienz, aber auch weitere Aspekte wie der Aufwand an Informationen und Kosten für die Umsetzung herangezogen (SRU 1994; Coenen et al. 1996; OECD 1997).

Eine an den genannten umweltpolitischen und weiteren Kriterien orientierte durchgängige und in Theorie wie in Empirie akzeptierte Abgrenzung von zugleich verkehrs- und umweltpolitisch relevanten Instrumenttypen gibt es bisher nicht. Dennoch erscheint es wichtig, verschiedene Instrumenttypen oder -kategorien zu unterscheiden, um sich klarzumachen, wo die zukünftigen Schwerpunkte des verkehrsbezogenen Instrumenteneinsatzes bei vorgegebenen Zielsetzungen prinzipiell liegen könnten. Es bietet sich daher an, die im umweltpolitischen Bereich zunehmend herangezogenen Kategorisierungen von Instrumenten aufzugreifen (Coenen et al. 1996; BMU 1997b) und im Hinblick auf die im Verkehrssektor angewandten Maßnahmen zu modifizieren bzw. auszuweiten.

Ziel der weiteren Ausführungen in diesem Kapitel ist es, die Differenziertheit und möglichst auch die gesamte Bandbreite der für den Verkehrssektor einschlägigen *Instrumente bzw. Instrumenttypen* aufzuzeigen.

Entsprechend den Steuerungsgrößen, an denen der staatliche Einfluß primär wirksam wird, werden die folgenden verkehrspolitischen Instrumenttypen unterschieden:

- Informatorische Instrumente
- Organisatorische Instrumente
- Instrumente der Selbstverpflichtung
- Ordnungsrechtliche Instrumente
- Preisliche Instrumente
- Finanzierungsinstrumente
- Planerische Instrumente

Sofern einzelne Instrumente konkret ausgestaltet sind, werden sie als *Maßnahmen* bezeichnet. Maßnahmen dienen der Umsetzung bestimmter übergeordneter Zielsetzungen, z.B. der in dieser Studie im

Vordergrund stehenden Zielsetzung „Entlastung des Verkehrsnetzes und Verlagerung des Straßenverkehrs auf umweltfreundlichere Verkehrsträger".

Die Zusammenfassung wichtiger und möglichst aufeinander abgestimmter Maßnahmen zur Umsetzung einer bestimmten Zielsetzung ergibt, in der Terminologie dieser Studie, eine *Option*. Für eine übergeordnete Zielsetzung lassen sich in der Regel mehrere *alternative Optionen* bilden. Sie können nach dem jeweiligen Schwerpunkt der zur Zielerreichung herangezogenen Maßnahmen bzw. Instrumenttypen, aber auch nach dem verkehrspolitischen Hauptansatzpunkt, z. B. dem öffentlichen Personennahverkehr, bezeichnet sein. In dem letztgenannten Fall kommt es in besonderem Maße auf den koordinierten Einsatz von Maßnahmen entsprechend allen hierbei prinzipiell tangierten Instrumenten an. Von den in Kapitel V behandelten drei Optionen sind zwei relativ stark auf die Anwendung von Informations- und Kommunikations-(IuK-)Techniken ausgerichtet, nämlich Option 1: „Verbesserung der Verkehrsinformation" und Option 2: „Preisliche Maßnahmen im Straßenverkehr". In Option 3: „Attraktivitätssteigerung im ÖPNV" haben die IuK-Techniken eine eher ergänzende Bedeutung.

2. Wichtige Typen verkehrspolitischer Instrumente

Während Einzelpersonen und private Unternehmen früher überwiegend nur auf der Nachfrageseite des Verkehrssystems vertreten waren, wird heute zunehmend auch die Angebotsseite privat organisiert. Nach wie vor ist aber auf beiden Seiten eine erhebliche staatliche Einflußnahme mittels verschiedener Instrumente bzw. Maßnahmen festzustellen, die sich in Anknüpfung an die jüngere verkehrs- und umweltpolitische Diskussion in die genannten *sieben verkehrspolitischen Instrumenttypen* einordnen lassen. Im wesentlichen geht es dabei um die Instrumenttypen, die relativ direkt auf die Abläufe bzw. Prozesse im Verkehrssystem ausgerichtet sind. Speziell die planerischen Instrumente können die Funktion einer längerfristigen Absicherung bestimmter verkehrspolitischer Strategien erfüllen.

Grundsätzliche *Fragen der Verkehrsmarktordnung* werden nicht gesondert aufgegriffen. Die Privatisierungsfrage wird aber in Verbindung mit den Instrumenten zur Investitionsfinanzierung angesprochen.

Die im folgenden behandelten Instrumenttypen beziehen sich gemäß der Fragestellung dieser Studie in erster Linie auf die Verkehrsträger Straße und Schiene. Zu den berücksichtigten Instrumenten gehören auch die Mineralöl- und die Kraftfahrzeugsteuer (hier als preisliche Instrumente eingeordnet), da sie in Zukunft verstärkt zur Beeinflussung der Straßenverkehrsnachfrage eingesetzt werden könnten. In der bisherigen verkehrspolitischen Diskussion ist es umstritten, ob diese beiden Steuerarten primär verkehrspolitischen Zwecken der Wegekostenfinanzierung oder der allgemeinen Einnahmenerzielung des Staates nach dem Leistungsfähigkeitsprinzip dienen.

2.1 Informatorische Instrumente

Informatorische Instrumente (siehe Tabelle III-2.1) beziehen sich auf die Bereitstellung von – möglichst aktuellen – Informationen über das Verkehrsgeschehen, nach denen der Verkehrsteilnehmer auf freiwilliger Basis sein konkretes Verkehrsverhalten einrichten kann (z. B. Umleitungsempfehlungen, verkehrsbezogene Aufklärungs- und Schulungsmaßnahmen, Anzeigen verkehrsbedingter Umweltbelastungen) oder auch, bei zusätzlichem Einsatz ordnungsrechtlicher Instrumente, sein konkretes Verkehrsverhalten ausrichten muß (z. B. Anzeigen von Parkleitsystemen, daß alle städtischen Parkmöglichkeiten ausgeschöpft sind, gekoppelt mit einem Verbot, in das städtische Gebiet einzufahren). Zu den informatorischen Instrumenten sind aber auch leicht (z. B. auf individuellem elektronischen Weg) zugängliche Fahrgastinformationen (z. B. Fahrpläne) zu rechnen. Nur insoweit der Staat die Informationen selbst bereitstellt, kann von einem informatorischen Instrument entsprechend dem oben beschriebenen Verständnis von verkehrspolitischen Instrumenten die Rede sein. Sofern – bei öffentlichem oder privatem Informationsangebot – ergänzende ordnungsrechtliche oder ins Gewicht fallende Finanzierungsmaßnahmen ergriffen werden, könnte der gesamte Maßnahmenkomplex auch diesen beiden – womöglich prägenderen – Instrumenttypen zugeordnet werden. Verkehrsträger- und verkehrsunternehmensübergreifende Informationszentralen können mit unter diese informatorischen Instrumente eingeordnet werden, wenn sie von staatlichen Einrichtungen betrieben werden, sie stellen aber zugleich ein organisatorisches Instrument dar, wenn mehrere Unternehmen – darunter auch öffentliche – sich hieran beteiligen.

Tabelle III-2.1

Überblick über wichtige informatorische Instrumente für den deutschen Verkehrssektor

- Parkinformationen und Umleitungsempfehlungen
- Fahrgastinformationen im öffentlichen Verkehr (z. B. Fahrpläne)
- Verkehrsbezogene Aufklärungs- und Schulungsmaßnahmen
- Anzeigen verkehrsbedingter Umweltbelastungen
- Verkehrsträger- und verkehrsunternehmensübergreifende Informationszentralen (z. B. für Routen- und Verkehrsträgerwahl)

Zusammenfassend ist darauf zu verweisen, daß die informatorischen Instrumente *große Anwendungschancen im Verkehrssektor* haben. Sie können *in hohem Maße von einem zusätzlichen Einsatz der IuK-Techniken* profitieren. Option 1 in Kapitel V greift die informatorischen Instrumente als einen möglichen Hauptweg zur Erreichung der dieser Studie vorgegebenen Zielsetzung „Entlastung des Verkehrsnetzes und Verlagerung des Straßenverkehrs auf umweltfreundlichere Verkehrsträger" auf.

2.2 Organisatorische Instrumente

Als Kennzeichen eines organisatorischen Instruments wird hier das Zusammenwirken von zwei ansonsten voneinander unabhängig agierenden Entscheidungsträgern (Einrichtungen oder Individuen) angesehen, wobei wenigstens eine öffentliche oder staatliche Einrichtung beteiligt ist oder ein anderes staatliches Instrument wie das Ordnungsrecht oder das Finanzierungsinstrument zusätzlich zum Einsatz kommt. Die in der Literatur üblicherweise anzutreffende Abgrenzung des organisatorischen Instruments dürfte dagegen im verkehrlichen Zusammenhang eine eher vernachlässigbare Rolle spielen. Es handelt sich dort um staatliche Regelungen, die auf die innere Organisation von Unternehmen einwirken und der Einhaltung umweltgesetzlicher Anforderungen oder auch dazu dienen, die Unternehmenstätigkeit in Richtung auf umweltverträgliche Produkt- und Verfahrensinnovation zu lenken (SRU 1994).

Entsprechend der hier zugrundegelegten Definition gehören zu den organisatorischen Instrumenten (siehe Tabelle III-2.2) beispielsweise Zusammenschlüsse von Personen zur gemeinsamen gleichzeitigen Nutzung eines Personenkraftwagens (Car-Pooling – Pkw-Mindestbesetzungszahl) oder zur gemeinsamen Nutzung eines Pkw in wechselnder Besetzung (Car-Sharing). Die Mitwirkung staatlicher Stellen könnte beispielsweise die folgenden Formen annehmen: Nur Pkw, die mit drei Personen besetzt sind, dürfen in das Stadtgebiet hineinfahren (zusätzliches ordnungsrechtliches Instrument) oder die Car-Sharing-Teilnehmer haben Anspruch auf ein verbilligtes Ticket für öffentliche Verkehrsmittel (zusätzliches Finanzierungsinstrument). Als ein wichtiges organisatorisches Instrument ist auch eine unter verschiedenen beteiligten Anbietern abgestimmte Tarif- und Fahrplangestaltung im Bereich des öffentlichen Verkehrs zu nennen, wobei mindestens ein öffentliches Unternehmen beteiligt ist oder die Kooperation Voraussetzung für staatliche Zuschüsse ist. Denkbar wäre auch ein von staatlichen Stellen mit initiiertes und mitgetragenes City-Logistik-Konzept zur Güterendverteilung in Ballungsräumen. Auch die Einrichtung oder Abschaffung eines Querverbundes von Verkehrs- und Versorgungsbetrieben auf kommunaler Ebene mit der gegenseitigen Verrechnungsmöglichkeit von Verlusten und Gewinnen kann als ein organisatorisches Instrument, zugleich aber auch als ein Finanzierungsinstrument bezeichnet werden. Dasselbe gilt auch für Gewinnabführungsverträge z. B. zwischen kommunalen Energieversorgungsunternehmen und der Gemeinde, die sich mit den erhaltenen Gewinnen wiederum an der Finanzierung eines kommunalen Verkehrsunternehmens beteiligt.

Als *Fazit* kann festgehalten werden: Das organisatorische Instrumentarium entsprechend der hier zugrundegelegten Begriffsfassung hat *in Teilbereichen des Verkehrssektors bereits eine größere Bedeutung erlangt*. Eine deutliche Ausweitung seiner Anwendung könnte mit eine wesentliche Voraussetzung für eine erfolgreiche umweltorientierte Verkehrspolitik sein. Das organisatorische Instrumentarium dürfte jedoch nur im Verbund mit Veränderungen anderer, womöglich prägenderer Maßnahmen einen wichtigen verkehrspolitischen Beitrag leisten können.

2.3 Instrumente der Selbstverpflichtung

Selbstverpflichtungen der Wirtschaft zur Erreichung umweltpolitischer Ziele haben in den vergangenen Jahren an Bedeutung gewonnen. In der Regel werden Selbstverpflichtungen zwischen dem Staat und Wirtschaftsverbänden der verschiedenen Branchen geschlossen. Ziel ist die Vermeidung (einer Verschärfung) ordnungsrechtlicher Regelungen. Aus den USA sind auch Vereinbarungen zwischen staatlichen Einrichtungen und einzelnen Industrieunternehmen bekannt. Nach Ansicht des Umweltrates sind Selbstverpflichtungen ein Mittel zur Umsetzung des in der deutschen Umweltpolitik anerkannten und praktizierten Kooperationsprinzips (SRU 1996).

Als Beispiele für die Anwendung des Instruments der Selbstverpflichtung im Verkehrssektor in Deutschland sind die beiden Zusagen der deutschen Automobilindustrie von 1995 bzw. 1996 zu nennen, den durchschnittlichen spezifischen Kraftstoffverbrauch von Personenwagen (Neuwagen) zu senken sowie

Tabelle III-2.2

Überblick über wichtige organisatorische Instrumente für den deutschen Verkehrssektor

- Car-Pooling (Mindestbesetzungszahl von Pkw, z. B. als Voraussetzung, einen Sonderfahrstreifen benutzen oder in ein Stadtgebiet einfahren zu dürfen)
- Car-Sharing
- Abgestimmte Tarif- und Fahrplangestaltung mehrerer Anbieter im Bereich des öffentlichen Verkehrs
- City-Logistik-Konzept zur Güterendverteilung in Ballungsräumen
- Direkter und indirekter Querverbund von Verkehrs- und Versorgungsbetrieben auf kommunaler Ebene

ein flächendeckendes Netz zur Verwertung von alten Kraftfahrzeugen aufzubauen. Es sollen allerdings nur Fahrzeuge bis zum Alter von 12 Jahren zurückgenommen werden. Inwieweit in Zukunft beispielsweise eine Selbstverpflichtung des deutschen Gütertransportgewerbes für die Benutzung der Schienenwege möglich ist, wäre auszuloten.

Die genannten Vereinbarungen sind zum Teil auf harte Kritik gestoßen (SRU 1996). So wurde dem Angebot zur Altautoentsorgung entgegengehalten, daß es in wesentlichen Punkten den Anforderungen des 1996 in Kraft getretenen Kreislaufwirtschaftsgesetzes widerspreche. Der Umweltrat sieht in dieser Vereinbarung zudem ein Beispiel für die Ineffizienz von Verbandsinitiativen, da nicht die fortschrittlichsten Mitglieder den Einführungsrhythmus bestimmten, sondern diejenigen mit dem größten Beharrungsvermögen. In seinem jüngsten Umweltgutachten weist der Rat auf den noch bestehenden Diskussionsbedarf bezüglich der Frage der Legitimität von Verhandlungen zwischen staatlichen und wirtschaftlichen Akteuren über den Abschluß von Selbstverpflichtungen hin, da es für diese Verhandlungen keine geregelten Verfahren gebe (SRU 1998). Der Umweltrat regt an, Kriterien für die Funktionsfähigkeit freiwilliger Vereinbarungen zu erstellen und nennt dabei einige wichtige Prüfkriterien:

- Definition von Zielvorgaben einschließlich von Zwischenzielen in zeitlicher und quantitativer Hinsicht,
- Festlegung von effizienten Kontrollmechanismen einschließlich eines effizienten und nachvollziehbaren Monitorings,
- Festlegung von Sanktionsmöglichkeiten bei Nichterfüllung und
- Veröffentlichung von Inhalt und Ergebnissen der Überprüfung, inwieweit die Zielvorgaben erreicht sind.

Diese Kriterien sind als die entscheidenden Rahmenbedingungen für die Wirksamkeit von Selbstverpflichtungen anzusehen.

Ein interessantes Beispiel für eine wirkungsvolle Selbstverpflichtung, bei der die Partner eindeutige Rahmenbedingungen zur Erreichung der angestrebten Ziele festlegten, sind die Vereinbarungen zur langfristigen Emissionsbegrenzung von Kraftfahrzeugen im US-Bundesstaat Kalifornien. Die kalifornische Luftreinhaltebehörde (California Air Resource Board – CARB) vereinbarte mit den für den kalifornischen Automobilmarkt bedeutendsten Unternehmen Regelungen, die langfristig verbindliche Anteile von Fahrzeugen mit erheblich verbesserten Emissionsstandards – einschließlich Null-Emissions-Fahrzeugen (zero-emission-vehicles, ZEV) – an den Neuwagenverkäufen festlegen. Sie wurden in einem langwierigen Abstimmungsprozess von CARB, der Industrie sowie Verbraucher- und Umweltschutzverbänden erarbeitet. Zwar wurde der ursprünglich für 1998 geplante Start für die Einführung der ZEV-Regelungen verschoben, nach wie vor gilt jedoch die Regelung, daß alle Hersteller ab dem Jahre 2003 10% ihrer Neuwagenverkäufe in Kalifornien als Null-Emissions-Fahrzeuge ausweisen müssen. CARB hat darüber hinaus mit sieben bedeutenden US-amerikanischen und japanischen Herstellern Vereinbarungen über die Entwicklung von Fahrzeugen nach dem ZEV-Standard geschlossen. Die ordnungsrechtlichen Vorgaben des CARB waren somit nicht nur eine Voraussetzung für wirkungsvolle „freiwillige Vereinbarungen" mit der Industrie, sondern sie werden von erheblicher Bedeutung für die weitere automobiltechnische Entwicklung sein.

Zusammenfassend ist festzuhalten, daß das Instrument der freiwilligen Selbstverpflichtung durchaus *schon Eingang in den deutschen Verkehrssektor gefunden hat.* Konkrete Vereinbarungen sind allerdings zum Teil heftig kritisiert worden. Darüber hinaus dürfen grundsätzliche Schwächen dieses Instruments nicht übersehen werden (Coenen et al. 1996; Rennings et al. 1997). Das Instrumentarium der Selbstverpflichtung könnte jedoch *bei geeigneter Ausgestaltung* größere verkehrspolitische Beiträge leisten als bisher.

2.4 Ordnungsrechtliche Instrumente

2.4.1 Überblick

Ordnungsrechtliche Instrumente sind von staatlichen Institutionen (Bund, Ländern und Gemeinden, u. U. auch auf EU-Ebene) erlassene Ge- und Verbote, die eine direkte Verhaltensregelung bewirken (sollen). Sie können die Form von Gesetzen, Verordnungen, Richtlinien, Satzungen u.ä.m. annehmen. Technische bzw. anlagenspezifische, informatorische oder organisatorische Regelungen, sofern sie vom Staat selbst erlassen oder von ihm für bindend außerhalb und/ oder innerhalb des staatlichen Sektors erklärt werden, können ebenfalls als zu den ordnungsrechtlichen Instrumenten gehörig angesehen werden.

Das Spektrum der derzeit im deutschen Verkehrssektor angewandten oder für eine zukünftige Anwendung diskutierten ordnungsrechtlichen Instrumente ist besonders breit. Es kann grob in *allgemeine verkehrsbezogene* und in *primär umweltbezogene Vorschriften* unterteilt werden (siehe Tabelle III-2.3). Für die Zukunft ist jedoch eine zunehmende Verbindung dieser beiden Kategorien nicht auszuschließen. Entsprechend der Zielsetzung dieser Studie interessieren vor allem die Regelungen für den privaten und den gewerblichen Straßenverkehr sowie für den Schienenverkehr (jeweils Personen- und Güterverkehr).

Das ordnungsrechtliche Instrumentarium hat in der umweltpolitischen Instrumentediskussion der letzten Jahre eine zentrale Stelle eingenommen, da auf ihm traditionell die Hauptlast der umweltpolitischen Aktivitäten ruhte und nach Verbesserungen sowohl innerhalb dieses Auflageinstrumentariums als auch im Hinblick auf die ergänzende Anwendung neuartiger umweltpolitischer Instrumente (informatorische und organisatorische Instrumente, Instrumente der Selbstverpflichtung – siehe Abschnitt III.2.1 bis III.2.3 – und ökonomische Instrumente – siehe den nachfolgenden Abschnitt III.2.5) gesucht wurde und wird (Coenen et al. 1996). Auf wichtige umweltbezogene

Tabelle III-2.3

Überblick über wichtige ordnungsrechtliche Instrumente für den deutschen Verkehrssektor

Allgemeine verkehrsbezogene Vorschriften
– Regelungen für einen möglichst reibungslosen und sicheren Ablauf des Personen- und Gütertransports (Transport- und Beförderungsgebote bzw. -verbote, z. B. Bestimmungen der Straûenverkehrsordnung und des Personenbeförderungsgesetzes) – Technische Regelungen im Hinblick auf Vereinheitlichung und Sicherheitsaspekte beim Bau der Verkehrswege, bei der Konstruktion von Verkehrsmitteln und für das Angebot von Kraftstoffen – Regelungen zur Errichtung von Anlagen des ruhenden Verkehrs – Regulierung des Marktzugangs
Primär umweltbezogene Vorschriften für den Verkehrssektor
– Grenzwertvorschriften für Inhaltsstoffe von Kraftstoffen (Mindest- oder Höchstwerte) – Grenzwertvorschriften für Schadstoffemissionen: Zulassung und Überwachung von Kraftfahrzeugen – Grenzwertvorschriften für Lärmemissionen und -immissionen (Konstruktion von Kraftfahrzeugen, Reifen und des Fahrbahnbelags sowie Geschwindigkeits- und Fahrbeschränkungen) – Geschwindigkeitsbeschränkungen und deren Überwachung – Fahrbeschränkungen zeitlicher und örtlicher Art – Kraftstoffverbrauchsgrenzwerte, insbesondere in Form von Flottenstandards – Vorschriften zur Einschränkung des Parkraums einschlieûlich der Überwachung dieser Einschränkung (Aufhebung von Stellplatzbereitstellungspflichten und erweiterte Parkverbote) – Vorschriften für die erforderliche Fahrzeugauslastung (Pkw-Mindestbesetzungszahl) bei Gewährung bestimmter Nutzervorteile und die Ahndung der Nichtbeachtung derartiger Vorschriften – Ausweisung eigener Verkehrsflächen für Fuû-, Rad-, Omnibus- und Taxiverkehr – Naturschutzrechtliche Vorschriften (z. B. für Ausgleichs- und Ersatzmaûnahmen und Ausweisung von Tabuflächen)

Vorschriften für den Verkehrssektor wird gesondert im folgenden Abschnitt III.2.4.2 eingegangen.

Zu den *allgemeinen verkehrsbezogenen Vorschriften* gehören, wie Tabelle III-2.3 zeigt, vor allem die bundesweiten Regelungen für den möglichst reibungslosen Ablauf des Personen- und Gütertransports: Transport- und Beförderungsgebote bzw. -verbote sowie Bestimmungen der Straßenverkehrsordnung. Weiterhin sind die technischen Regelungen zu nennen, die auf Vereinheitlichung und Sicherheitsaspekte beim Bau der Verkehrswege und bei der Konstruktion von Verkehrsmitteln wie beispielsweise Kraftfahrzeugen und Eisenbahnwaggons ausgerichtet sind.

Wichtige länderspezifische Regelungen betreffen die Errichtung von Anlagen des ruhenden Verkehrs (Stellplätze und Garagen) im Zusammenhang mit der Grundstücksnutzung. Die in der Landesbauordnung z. B. von Baden-Württemberg enthaltenen Regelungen schreiben grundsätzlich eine Errichtung von Stellplätzen in zumutbarer Entfernung vor. Möglich ist auch eine Ablösung durch Geldbeträge, die an die Gemeinden zu entrichten sind, wenn die Errichtung von Stellplätzen nicht oder nur unter großen Schwierigkeiten möglich ist. Die grundsätzliche Stellplatzerrichtungspflicht wird heute häufig als eine Pkw-freundliche und damit zugleich als eine ÖPNV-feindliche Regelung eingestuft.

Lange Zeit haben die verschiedenen Bestimmungen für den Marktzugang (und die Preisbildung) insbesondere im gewerblichen Straßengüter- und Schienenverkehr eine hervorragende Bedeutung für den deutschen Verkehrssektor gehabt. Seit Beginn der 90er Jahre sind im Rahmen der europäischen Regelung der Straßengütertransportbestimmungen und der Einleitung der Bahnprivatisierung und -regionalisierung deutliche Deregulierungstendenzen festzustellen.

2.4.2 Umweltbezogene Vorschriften für den Verkehrssektor

Mit der verstärkten Umsetzung des Umweltschutzgedankens seit Beginn der 70er Jahre sind *primär umweltbezogene Vorschriften* (siehe den zweiten Teil von Tabelle III-2.3, in Anlehnung an SRU 1994) zunehmend in den Vordergrund des verkehrspolitischen Interesses gerückt. Dies gilt insbesondere für die angestrebte Verminderung der Luft- und Lärmbelastungen durch den Straßenverkehr. Dabei war die erste Stufe der Abgasgesetzgebung darauf ausgerichtet, extrem gesundheitsbelastende Emissionen zu verhindern. Später ist das rein ressourcenökologische Prinzip zunehmend in den Vordergrund gerückt. Neben dem fließenden wird verstärkt auch der ruhende Straßenverkehr einer ordnungsrechtlichen

Revision unterworfen. Damit sind auch Fragen der konkurrierenden Flächennutzung angesprochen.

Grenzwertvorschriften für Inhaltsstoffe von Kraftstoffen können sowohl die Form von Höchstwerten (z. B. das Blei und andere Zusatzstoffe betreffend) als auch die von Mindestwerten annehmen (z. B. Kraftstoffanteile auf der Basis von nachwachsenden Rohstoffen). Sie haben für den Gesundheits- und Umweltschutz stets eine große Rolle gespielt und dürften ihre Bedeutung auch in der Zukunft nicht verlieren.

Grenzwertvorschriften für Schadstoffemissionen werden schon seit geraumer Zeit durch Rechtsvorschriften der Europäischen Union zu neu zuzulassenden Kraftfahrzeugtypen geregelt. Kernstück des Regelwerks ist die Richtlinie 70/220/EWG über Maßnahmen gegen die Verunreinigung der Luft durch Kraftfahrzeuge. Sie stellt eine der Einzelrichtlinien des Typgenehmigungs- oder Betriebserlaubnisverfahrens dar, das durch die Richtlinie 70/156/EWG des Rates vom 6. Februar 1970 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Betriebserlaubnis für Kraftfahrzeuge und Kraftfahrzeuganhänger festgelegt wurde. Die Richtlinie wurde in den vergangenen Jahren mehrfach geändert.

Die Umsetzung der jüngsten EU-Regelungen in deutsches Recht erfolgte zum 1. März 1997 mit dem Inkrafttreten der 23. Bundesimmissionsschutzverordnung (23. BImSchV) und der zugehörigen Verwaltungsvorschrift (VwV-StV-ImSch). Hieran schließt sich das Kraftfahrzeugsteuer-Änderungsgesetz 1997 an, demzufolge die EURO2-Norm für alle Neuzulassungen bindend ist und bei vorzeitiger Einhaltung geringerer Grenzwerte Steuervergünstigungen gewährt werden (siehe hierzu auch Abschnitt II.2.2.2).

Das derzeit einzige Kontrollinstrument für das Abgasverhalten der Kraftfahrzeuge während der Betriebsphase ist die Abgasuntersuchung (AU).

Die Abgasuntersuchung ist mit 1. Dezember 1993 an die Stelle der Abgassonderuntersuchung (ASU) getreten und dieser gegenüber wesentlich erweitert worden. Sie ist bei Pkw mit Benzinmotor ohne Katalysator oder mit ungeregeltem Katalysator jährlich durchzuführen. Fahrzeuge mit geregeltem Katalysator und mit Dieselmotoren müssen im Abstand von drei bzw. zwei Jahren nach Erstzulassung untersucht werden.

Grenzwertvorschriften für Lärmemissionen und -immissionen haben vielfältige Ansatzpunkte. Sie können sich auf die Konstruktion von Kraftfahrzeugen, Reifen oder des Fahrbahnbelags beziehen, sie können aber auch der Anlaß für Geschwindigkeits- und Fahrbeschränkungen sein. Grenzwertvorschriften für verkehrsbezogenen Lärmimmissionsschutz betreffen beispielsweise Grenzwerte, ab denen Lärmschutzwände an Straßenrändern errichtet werden müssen.

Geschwindigkeitsbeschränkungen können, wie bereits erwähnt, aus Lärmschutzgründen, aber auch aus Luftreinhaltungsgründen oder zum Zweck einer erhöhten Verkehrssicherheit erlassen werden.

Fahrbeschränkungen örtlicher und zeitlicher Art gibt es bisher vor allem für Lastkraftwagen (Lkw), und zwar bei Gefahrguttransporten und für Lkw ohne zusätzliche Lärmschutzausrüstung in Innenstadtbereichen. Bei Fahrbeschränkungen in hochbelasteten Gebieten entsprechend der 23. Bundesimmissionsschutzverordnung und bei besonderen sommerlichen Wetterlagen entsprechend dem sogenannten „Ozongesetz" sind Ausnahmen i. d. R. an die besonders schadstoffarme Ausstattung der Kraftfahrzeuge und an Fahrten zu besonderen Zwecken gebunden.

Die Dreiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (23. BImSchV – Verordnung über die Festlegung von Konzentrationswerten) vom 16. Dezember 1996 legt für bestimmte Straßen oder bestimmte Gebiete, in denen besonders hohe vom Verkehr verursachte Immissionen zu erwarten sind, Konzentrationswerte für luftverunreinigende Stoffe fest, bei deren Überschreiten Verkehrsbeschränkungen oder Verkehrsverbote zu prüfen sind. Des weiteren bestimmt sie die anzuwendenen Meß- und Beurteilungsverfahren.

Die für den Immissionsschutz auf kommunaler Ebene zuständige Behörde beurteilt zunächst die vorliegenden Erkenntnisse über die Immissionssituation, indem sie insbesondere die erhaltenen Immissionsdaten in Beziehung zu den Verkehrsdaten setzt, um Aussagen über den Immissionsanteil des Verkehrs zu erhalten.

Das von der Immissionsschutzbehörde festgestellte Überschreiten von Konzentrationswerten löst bei der zuständigen Straßenverkehrsbehörde nur eine umfassende Prüfungs- und Abwägungspflicht aus. Die Straßenverkehrsbehörde ist an umfangreiche Prüfungs-, Beteiligungs-, Abwägungs- und Dokumentationspflichten gebunden. Zu berücksichtigen sind die Auswirkungen einer erwogenen Maßnahme, z. B. möglicher Verkehrsverlagerungen, die an anderer Stelle signifikante Belastungserhöhungen bewirken können. Verkehrsplanerische und -lenkende Maßnahmen wie die Einrichtung von Park-and-Ride-Plätzen sollen Vorrang vor Verkehrsrestriktionen haben. Die Straßenverkehrsbehörde entscheidet über die Anordnung von Verkehrsbeschränkungen und -verboten nach Konsultation anderer beteiligter Stellen aus Staat und Wirtschaft.

Als Fahrbeschränkungen kommen nach der StVO generelle oder gebietsbezogene Verkehrsverbote sowie auch der zusätzliche Einsatz des Einbahnstraßenzeichens in Frage. Autobahnen kommen für ein auch nur zeitweise geltendes Verkehrsverbot nicht in Betracht, gegebenenfalls darf jedoch der Schwerlastverkehr über geeignete Alternativrouten umgeleitet werden. Die Anordnung von Verkehrsverboten für Bundesstraßen bedarf der Zustimmung der zuständigen obersten Landesverkehrsbehörde oder der von ihr bestimmten Stelle.

Ziel des „Ozongesetzes" (Gesetz zur Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 19. Juli 1995) ist die kurzfristige Absenkung sommerlicher Ozon-Spitzenwerte durch großräumige Fahrverbote, die von der obersten Straßenverkehrsbehörde eines Bundeslandes ausgesprochen werden (siehe hierzu auch Abschnitt II.2.1). Die Fahrverbote gelten an dem auf die Bekanntmachung des Ozonalarms folgenden Tag

und dauern 24 Stunden ab sechs Uhr morgens. Sobald ein Ozonkonzentrationswert von 180 Mikrogramm/m^3 Luft erreicht wird, sollen die zuständigen Behörden die Führer und Halter von Kraftfahrzeugen sowie die Betreiber von Verbrennungsmotoren im nicht gewerblichen Bereich auffordern, diese nach Möglichkeit nicht zu benutzen. Für die Festlegung des vom Verkehrsverbot betroffenen Gebietes stimmt sich das Land mit den benachbarten Ländern ab. Teile des Landes, die wegen Art und Ausmaß der Emissionen der Kraftfahrzeuge nicht oder nur unwesentlich zu der erhöhten Ozonkonzentration beitragen, können von der Geltung des Verkehrsverbotes ausgenommen werden.

Zu Forschungszwecken wurden 1994 in Baden-Württemberg und in Hessen die Wirkungen regionaler kurzfristiger Maßnahmen auf die Ozonkonzentration erprobt. Eine Verringerung der Ozonkonzentration konnte in den beiden Untersuchungsgebieten nicht festgestellt werden, was nicht zuletzt auch an der zu geringen Größe der Untersuchungsgebiete lag. Deshalb verspricht man sich grundsätzlich mehr von überregionalen kurzfristigen Maßnahmen, die frühzeitig eingeleitet werden. Darüber hinaus wird an mittel- bis langfristig wirkende Maßnahmen zur Reduktion der Emission von Ozonvorläufersubstanzen im Verkehrsbereich gedacht, die zu einer veränderten und verbesserten Fahrzeugtechnik sowie zu einer veränderten Zusammensetzung von Treibstoffen führen.

Kraftstoffverbrauchsgrenzwerte gibt es bisher in der Bundesrepublik Deutschland nicht. Neben typenbezogenen Grenzwerten, bei denen für die Zulassung jedes Fahrzeugtyps konkrete Grenzwerte für die Hersteller vorgesehen sind, werden vor allem Flottenverbrauchstandards diskutiert, die seit 1975 in den USA angewandt werden. Dieses vor allem in Verbindung mit Pkw diskutierte Konzept sieht vor, daß *für die Gesamtheit der in einem bestimmten Zeitraum und Gebiet verkauften Fahrzeuge* eines Herstellers ein *durchschnittlicher Kraftstoffverbrauchsgrenzwert* eingehalten werden muß. Die Einhaltung des flottenbezogenen Grenzwertes ist nicht nur vom konstruktiven Angebot, sondern auch vom Auswahlverhalten der Autokäufer abhängig. Es könnten sich hieraus auch Wettbewerbsbeschränkungen für die Anbieter ergeben, wenn diese bei gegebenem Angebotsspektrum eines Herstellers nicht genügend Fahrzeuge mit relativ niedrigen Kraftstoffverbrauchswerten absetzen. Die typen- oder flottenbezogenen Kraftstoffverbrauchsgrenzwerte spiegeln zudem nur dann den tatsächlichen Kraftstoffverbrauch hinreichend wider, wenn zur Überprüfung der Einhaltung der Verbrauchswerte ein realitätsnaher Fahrzyklus herangezogen wird.

Vorschriften zur Einschränkung des Parkraums einschließlich der Überwachung dieser Einschränkung können sich vor allem auf die Aufhebung von Stellplatzpflichten für Pkw und die Ausweitung von herkömmlichen Parkverboten beziehen. Wie bereits in Abschnitt III.2.4.1 erwähnt, gelten üblicherweise bestimmte *Stellplatzbereitstellungspflichten* der Grundstückseigentümer in Verbindung mit bestimmten Arten der Grundstücksnutzung. Die *Aufhebung* dieser Pflichten könnte als eine primär umweltbezogene Regelung angesehen werden. Parkraumeinschränkungen werden bisher vor allem durch eine *Ausweitung von Parkverboten* betrieben, z. B. für alle Verkehrsteilnehmer auf öffentlichen Straßen, insoweit sie nicht als Bewohner dieser Straßen gemeldet sind. Weitere Parkraumeinschränkungen auf öffentlichen Straßen und Plätzen werden anstelle bzw. neben der Erhebung von Gebühren für die Inanspruchnahme von Parkplätzen im öffentlichen Raum verstärkt diskutiert (siehe unten Abschnitt III.2.5).

Vorschriften für die Fahrzeugauslastung (Pkw-Mindestbesetzungszahl) bei Gewährung bestimmter Nutzervorteile werden in der Bundesrepublik Deutschland bisher nicht angewandt. Die Überwachung bzw. Ahndung sind hier eine wesentliche Voraussetzung für den Erfolg. Der Regelungsbedarf dürfte relativ hoch sein. Sollen Nutzervorteile in Form des Fahrens auf einem Sonderfahrstreifen eingeräumt werden, ist hierfür in Deutschland die Ausweisung eines Sonderfahrstreifens mittels eines Verkehrszeichens erforderlich. Ein solches Zeichen für die Bevorzugung stärker besetzter Pkw gibt es jedoch noch nicht. Die Straßenverkehrsbehörden der Länder dürfen nur Zeichen verwenden, die in der Straßenverkehrsordnung (StVO) genannt sind oder die der Verkehrsminister nach Anhörung der zuständigen obersten Landesbehörden durch Verlautbarung im Verkehrsblatt zuläßt (Arndt 1993).

Die *Ausweisung eigener Verkehrsflächen für Fuß-, Rad-, Omnibus- und Taxiverkehr* kann als eine wesentliche Voraussetzung dafür angesehen werden, daß diese Verkehrsarten bzw. -mittel zugunsten der Umwelt verstärkt genutzt werden, weil sie beispielsweise Zeit- und Sicherheitsvorteile bieten. In einigen Gemeinden ist schon seit längerem der Ausbau entsprechend reservierter Verkehrsflächen zu beobachten. Auch die Öffnung von Einbahnstraßen für Radfahrer im Gegenverkehr kann hierzu gerechnet werden.

Naturschutzrechtliche Vorschriften betreffen beispielsweise die Ausweisung von Tabuflächen, auf denen keine Verkehrswege errichtet werden dürfen, oder die Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen, die beim Verkehrswegebau u. U. vorzunehmen sind.

Zusammenfassend sei noch einmal hervorgehoben, daß das ordnungsrechtliche Instrumentarium im Verkehrssektor eine sehr große Bandbreite von Vorschriften umfaßt, innerhalb derer sich die beiden großen Gruppen allgemeine verkehrsbezogene und primär umweltbezogene Vorschriften unterscheiden lassen. Die nicht unerhebliche Bedeutung der allgemeinen verkehrsbezogenen Vorschriften auch für die Umsetzung primär umweltbezogener Vorschriften ist offensichtlich. Das ordnungsrechtliche Instrumentarium für den Verkehrssektor kann eine wichtige unterstützende Funktion für die Anwendung des informatorischen und des organisatorischen Instrumentariums haben. Jegliche verkehrspolitische Neuorientierung dürfte darauf angewiesen sein, das Ordnungsrecht angemessen zu berücksichtigen bzw. fortzuentwickeln. Das für den umweltpolitischen Bereich generell charakteristische Spannungsverhältnis

zwischen Ordnungsrecht einerseits und den Abgaben – als Teil der sogenannten ökonomischen oder preislichen Instrumente – andererseits gilt auch für den verkehrsbezogenen Umweltschutz.

2.5 Preisliche Instrumente

2.5.1 Überblick

Preisliche Instrumente für den Verkehrssektor umfassen in einer sehr breiten Definition prinzipiell alle Einflußnahmen staatlicher Stellen – einschließlich Unternehmen im öffentlichen Besitz – auf die Höhe und Struktur von Preisen in Zusammenhang mit dem Transport von Personen und Gütern, unabhängig davon, ob der Staat bei der Entscheidung über die Einführung, Fortsetzung, Veränderung oder Abschaffung einer preispolitischen Maßnahme primär eine Lenkungsabsicht oder den Zweck der Einnahmenerzielung verfolgt.

Die preislichen Instrumente erstrecken sich von der Fahrpreis- und Transportpreisgestaltung im Personen- und Güterverkehr über die Mineralöl- und Kraftfahrzeugsteuer bis zur emissions- oder immissionsabhängigen Straßenbenutzungsgebühr (siehe Tabellen III-2.4 und III-2.5). Insoweit öffentliche Verkehrsunternehmen ihre Dienste anbieten oder private Verkehrsunternehmen ihre Angebotspreise in der einen oder anderen Form mit öffentlichen Unternehmen oder sonstigen Einrichtungen des staatlichen Sektors koordinieren, stellen die Transportpreise ein eigenes staatliches Instrument dar. Der

Tabelle III-2.4

Überblick über wichtige preisliche Instrumente für den deutschen Verkehrssektor

- Transportpreise der Verkehrsunternehmen (Personen- und Güterverkehr)
- Abgaben auf den fließenden Verkehr sowie auf die Flächeninanspruchnahme durch die verkehrsbezogene Infrastruktur (einschließlich ruhender Verkehr): Steuern, Gebühren und Sonderabgaben (Details in Tab. III-2.5)

Tabelle III-2.5

Überblick über wichtige Abgaben für verkehrspolitische Lenkungszwecke im deutschen Verkehrssektor

	Anwendung/Prinzipielle Anwendbarkeit auf die verschiedenen Verkehrsträger			
	Straße	*Schiene*	*Luft*	*Wasserstraße*
1. Kraftfahrzeugsteuer	+			
2. Mineralölsteuer	+	+	+	+
3. Energiesteuer (z. B. als Stromsteuer oder kombinierte Energie-/CO_2-Steuer)	+	+	+	+
4. Mehrwertsteuer (differenzierte Mehrwertsteuersätze für energie- bzw. verkehrsbezogene Güter und Dienstleistungen)	+	+	+	+
5. Überwiegend pauschale Wegebenutzungsabgabe im Fernverkehr, aber z. B. differenziert nach Fahrzeugart	+	+	+[1])	+
6. Überwiegend pauschale Innenstadtzufahrtsabgabe, aber z. B. differenziert nach Fahrzeugart	+			
7. Entfernungs- und/oder zeitabhängige Wegebenutzungsabgabe im Fernverkehr	+	+	+	+
8. Entfernungs-, stau-, emissions-, immissions-, besetzungszahl- und/oder lärmabhängige Wegebenutzungsabgabe in Ballungsräumen	+			
9. Abgabe für Umladen, Parkeinrichtungen (auch an „Schnittstellen" zwischen Straße und anderen Verkehrsträgern), für Zu- und Abgänge	+	+	+	+
10. Ausgleichsabgabe (nach der Eingriffsregelung in § 8 des deutschen Bundesnaturschutzgesetzes)	+	+	+	+

[1]) Zum Beispiel in Form der Flugsicherungsgebühr

zweite große Teilbereich des preislichen Instrumentariums umfaßt die „Abgaben", durch die eine monetäre Abschöpfung bei verschiedenen verkehrsbezogenen Anlässen stattfindet. Es handelt sich hierbei vor allem um die unter rechtlichen Gesichtspunkten zu unterscheidenden Steuern, Gebühren und Sonderabgaben. Der Schwerpunkt der weiteren Ausführungen in diesem Abschnitt liegt bei den Abgaben, d.h. den Steuern, Gebühren und Sonderabgaben.

Grundsätzlich dienen *Steuern* der staatlichen Einnahmenerzielung, um generell Aktivitäten im Staatssektor, aber auch Ausgaben außerhalb des Staatssektors zu finanzieren. Die Zweckbindung des Aufkommens einer bestimmten Steuerart ist die Ausnahme (siehe weiter unten die Ausführungen zur Mineralölsteuer). Die konkrete Ausgestaltung der Steuererhebung orientiert sich bisher hauptsächlich am Leistungsfähigkeitsprinzip.

Sonderabgaben dienen primär einem politischen Lenkungszweck. Sie sind verfassungsrechtlich nur zulässig, wenn ihr Aufkommen demselben Personenkreis, der die Abgabe aufbringt, zugutekommt und auch denselben politischen Zwecken dient. Einnahmen aus einer Sonderabgabe fließen in einen Sonderfonds und gehen nicht in die allgemeine Verfügungsmasse eines öffentlichen Haushalts ein. Deshalb sollten Sonderabgaben nach allgemeiner Auffassung auch nur begrenzt eingesetzt werden.

Gebühren stellen das dem Einzelfall mehr oder weniger stark angepaßte Entgelt für die Inanspruchnahme öffentlicher Leistungen, z.B. des Verkehrsraums Straße für den fließenden oder auch den ruhenden Verkehr, dar. Die Einnahme von Gebühren ermöglicht es den betreffenden öffentlichen Körperschaften, die endgültige Finanzierung zugunsten des Steuerzahlerkollektivs zumindest teilweise auf die unmittelbar Betroffenen abzuwälzen. Insofern ist das preisliche Instrument der Gebühren auch in Verbindung mit dem verkehrspolitischen Finanzierungsinstrumentarium zu sehen (siehe auch unten Abschnitt III.2.6)

Überlegungen über die zukünftige Ausgestaltung preislicher Instrumente im Verkehrssektor liegt vor allem die Erwartung zugrunde, daß – merkliche – Preisveränderungen merkliche Nachfrageveränderungen hervorrufen, und zwar in einer gegenläufigen Richtung (hohe Preiselastizität der Nachfrage). Welche Nachfrageveränderungen durch gegebene preisliche Veränderungen ausgelöst wurden, ist in vielen Untersuchungen ermittelt worden. Die Frage jedoch, wie groß die preisliche Veränderung für eine angestrebte Nachfrageänderung unter mehr oder weniger ungewissen zukünftigen Randbedingungen sein muß, ist aus derartigen Untersuchungen nicht zweifelsfrei ableitbar.

Diskussionen über preisliche Veränderungen im Verkehrssektor werden häufig durch die Feststellung negativer externer Effekte (= externe Kosten) ausgelöst, die von diesem Sektor auf die Umwelt ausgehen und sich nicht – hinreichend – im Marktprozeß niederschlagen. Preisliche Veränderungen als Strategien zur Internalisierung negativer externer Effekte können sich aber weniger als bisher erhofft auf vorhandene, methodisch und statistisch zuverlässige Berechnungen von externen Kosten in monetärer Form abstützen. Insbesondere dürfen bei der preislichen Internalisierungsdiskussion die möglicherweise recht hohen Kosten der Umsetzung und Kontrolle, sogenannte „Transaktionskosten", nicht außer acht gelassen werden, worauf u.a. ein Grünbuch der Europäischen Kommission verweist (EU 1995). Forderungen, daß im Verkehrssektor aufgrund der verkehrsbedingten Umweltbelastungen Maßnahmen zu deren Reduzierung, darunter auch solche preislicher Art, zu ergreifen sind, wird hier jedoch aus prinzipiellen Gründen des Umweltschutzes explizit beigepflichtet.

In der neueren umweltpolitischen Instrumentediskussion haben abgabenpolitische Maßnahmen einen hohen Stellenwert, da man sich durch sie prinzipiell ein umweltfreundlicheres Verhalten der Produzenten und Konsumenten ohne direkte staatliche Eingriffe verspricht. Umweltschutzbedingte Preisänderungen werden häufig als im Vergleich zu ordnungsrechtlichen Instrumenten erstrebenswerter beurteilt, mit der Begründung, sie würden sowohl auf der Konsum- als auch auf der Produktionsebene dezentrale, vielfältige und somit generell kostensparende Anpassungsreaktionen ermöglichen.

Die abgabenbezogenen Umweltschutzinstrumente werden zusammen mit den Umweltzertifikaten und dem umweltbezogenen Haftungsrecht auch als „ökonomische Instrumente" bezeichnet (siehe auch Coenen et al. 1996). Abgaben aus umweltpolitischen Gründen stehen auch im Zentrum der vielfältigen Diskussion um eine (Öko-)Steuerreform, bei der die steuerliche Belastung des Produktionsfaktors Arbeit durch die Besteuerung der Umwelt zumindest teilweise ersetzt werden soll. Das SRU-Guthaben von 1996 bietet hierzu einen guten Überblick (SRU 1996). In der jüngsten verkehrspolitischen Instrumentediskussion wird u.a. als Vorteil der abgabenpolitischen Instrumente herausgestellt, daß die einzelnen Verkehrsbeteiligten selbst über ihre Reaktionen auf die Preise entscheiden könnten und eine nutzungsabhängige Gestaltung der Abgaben prinzipiell möglich sei (FGSV 1995).

Als *Zwischenergebnis* kann festgehalten werden, daß bei Bestrebungen, negative externe Effekte wie Luft- oder Lärmemissionen z.B. infolge des Straßenverkehrs durch Abgaben bei den Straßenverkehrsteilnehmern „spürbar" werden zu lassen bzw. verursachergerecht anzulasten, kaum auf das Instrument Sonderabgabe zurückgegriffen werden kann, weil die Wiederverausgabung der eingenommenen Gelder exakt zugunsten des zuvor belasteten Personenkreises kaum möglich sein dürfte. Statt dessen bietet sich eine Steuerlösung an, wie beispielsweise im Falle der klimawirksamen CO_2-Emissionen, bei denen orts- und zeitbezogene Immissionsaspekte kaum eine Rolle spielen. Es kommt aber auch wie bei vielen anderen externen bzw. nicht hinreichend verursachergerecht angelasteten Kosten des Straßenverkehrs eine Gebühr mit und ohne Differenzierungen nach verschiedenen Belastungskategorien in Frage.

Bei der Diskussion neuer oder veränderter preislicher Instrumente im Verkehrssektor ist jedoch auch zu berücksichtigen, daß es neben der Transportqualität vor allem auf die *Struktur von verkehrsbezogenen Preisen* oder Kosten ankommt, insoweit sie für die Entscheidungen der Transportnachfrager maßgeblich sind. In diesem Falle wäre bei der konkreten Ausgestaltung von preislichen Maßnahmen besonders auf die sich hiermit ergebende veränderte Preis- und Kostenstruktur zwischen den Verkehrsträgern insgesamt oder in Teilbereichen zu achten.

2.5.2 Abgaben im Verkehrssektor

Dem Internalisierungsziel bzw. dem Verursacherprinzip verpflichtete Überlegungen zu *Abgaben im Verkehrssektor* lassen sich im wesentlichen *vier Kategorien von Anknüpfungspunkten* bzw. Bemessungsgrundlagen zuordnen:

A Fahrzeug

B Energieverbrauch

C Fahrleistung der Fahrzeuge

D Flächeninanspruchnahme für verkehrsbezogene Infrastruktur

Von den in Tabelle III-2.5 aufgeführten im deutschen Verkehrssektor für Lenkungszwecke bereits angewandten bzw. potentiell einsetzbaren Abgaben (siehe auch SRU 1994) können die Position 1 der Kategorie A – Fahrzeug –, die Positionen 2 und 3 der Kategorie B – Energieverbrauch –, die Positionen 5 bis 8 der Kategorie C – Fahrleistung – und die Positionen 9 und 10 der Kategorie D – Flächeninanspruchnahme – zugeordnet werden.

Schwierigkeiten macht die Einordnung der *Mehrwertsteuer* (Position 4 der Tabelle III-2.5). Die Mehrwertsteuer trifft den Verkehrssektor direkt vor allem beim Fahrscheinkauf im öffentlichen Verkehr, beim Erwerb eines Personenkraftwagens und beim Energieverbrauch, sofern dies nicht-gewerblichen Zwekken dient, bei denen die Steuerlast grundsätzlich nicht weitergewälzt werden kann. Der reguläre Mehrwertsteuersatz beträgt 16% (Stand: Herbst 1998), ein ermäßigter Steuersatz von 7% wird z.B. auf die Fahrscheine für den Personennahverkehr erhoben. Änderungen sind hier prinzipiell denkbar, u.a. beispielsweise ein dritter, höherer Mehrwertsteuersatz auf Energie. Die Einstufung der Mehrwertsteuer als preispolitisches Instrument hebt auf den Belastungsaspekt ab, wogegen in Abschnitt III.2.6 „Finanzierungsinstrumente" mehr der Entlastungsaspekt von Mehrwertsteuerbefreiungen von Interesse ist.

Die Besteuerung von Kraftfahrzeugen und des verkehrsbedingten Energieverbrauchs war in Deutschland bisher überwiegend von fiskalischer Bedeutung. Die *Kraftfahrzeugsteuer* erzielte 1994 ein Aufkommen von 14,2 Mrd. DM (1996: 13,7 Mrd DM), darunter 12 Mrd. DM in den alten Bundesländern. Sie ist mit großem Abstand die ertragsstärkste Landessteuer. Das Aufkommen der dem Bund zustehenden *Mineralölsteuer* aus dem Kraftfahrzeugverkehr betrug 1994 rd. 55 Mrd. DM. Davon entfallen mehr als drei Viertel auf den Kraftstoffverbrauch von Personenkraftwagen. Das gesamte Mineralölsteueraufkommen erreichte 1994 rd. 63,8 Mrd. DM (1996: 68,3 Mrd. DM) und nahm damit die dritte Position unter den Steuerarten nach Lohnsteuer und Umsatzsteuer ein (DIW 1996c; BMF 1997).

Die *Bemessungsgrundlage der Kraftfahrzeugsteuer* für Krafträder und Personenkraftwagen war bis Mitte 1985 einheitlich der Hubraum des Fahrzeugs. Vergünstigungen wurden für verschiedene Nutzungsarten und Haltergruppen eingeräumt, die noch heute bestehen. Vom 1. Juli 1985 an finden drei Steuersätze Anwendung: je ein reduzierter Satz für als schadstoffarm oder als bedingt schadstoffarm anerkannte Fahrzeuge sowie ein erhöhter Satz in Abhängigkeit vom Datum der erstmaligen Zulassung für nicht schadstoffreduzierte Fahrzeuge. Gleichzeitig wurden zeitlich befristete Steuerbefreiungen gewährt, die später noch ausgeweitet wurden. Ziel dieser steuerlichen Maßnahmen war es, den Absatz von schadstoffreduzierten Neufahrzeugen und die Nachrüstung mit Katalysatoren zur Abgasreinigung bei in Betrieb befindlichen Fahrzeugen zu fördern. Die Schadstofforientierung der Kraftfahrzeugsteuer für Personenkraftwagen wurde zum 1. Juli 1997 durch das Kraftfahrzeugsteueränderungsgesetz 1997 deutlich verstärkt. Nach fünf Jahren sollen die Auswirkungen der Regelung überprüft werden. In diese Überprüfung sollen auch die schon seit längerem angestellten Überlegungen zur Umlegung der Kraftfahrzeugsteuer auf die Mineralölsteuer einbezogen werden (DIW 1997).

Die Bemessungsgrundlage der Kraftfahrzeugsteuer für Fahrzeuge, die nicht Krafträder und Personenkraftwagen sind, ist das zulässige Gesamtgewicht. Die drastische Reduzierung der Steuersätze zum 1. April 1994 erfolgte in etwa parallel zur Mineralölsteuererhöhung vom 1. Januar 1994 und zur seit 1. Januar 1995 zu zahlenden Autobahnvignette. Insgesamt ist eine tendenzielle Verringerung der steuerlichen Belastung von Lastkraftwagen festzustellen (DIW 1996c).

Die *Mineralölsteuer auf Kraftstoffe*, eine reine Bundessteuer, knüpft am Volumen des Kraftstoffverbrauchs, gemessen in Litern, an. Bis zur Mitte der achtziger Jahre lagen die Mineralölsteuer bzw. die Tankstellenpreise für Normalbenzin einerseits und Diesel-Kraftstoff andererseits dicht beeinander. In die Mineralölsteuererhöhungen von 1989, 1991 und 1994 wurde der Diesel-Kraftstoff aus Gründen des Wettbewerbsschutzes für das deutsche Güterkraftverkehrsgewerbe nicht (1989) oder nur mit etwa 40 v.H. der Steigerungsbeträge einbezogen. Mithin stieg die Preisdifferenz von Diesel zu bleifreiem Normalbenzin auf rund 0,35 DM, zum wesentlich absatzstärkeren Super bleifrei auf ca. 0,40 DM. Als Ausgleich für die geringere Anhebung der Mineralölsteuer wurde die Kfz-Steuer für Diesel-Pkw ab 1989 mehrfach erhöht (DIW 1997). Eine erste deutliche Umweltorientierung der Mineralölbesteuerung stellt die Steuerspreizung zwischen unverbleitem und verbleitem Benzin vom 1. April 1985 dar. Seit Februar 1988 gilt das Verbot des Absatzes bleihaltigen Normalbenzins.

Bestandteil der *Diskussionen über weitere Veränderungen bei der Kraftfahrzeug- und der Mineralölsteuer* ist auch eine mögliche Ausweitung der Bemessungsgrundlage der Mineralölsteuer auf alle – fossilen und zum Teil auch nicht-fossilen – Energieträger. Die Rede ist von einer *allgemeinen Energiesteuer* oder, beschränkt nur auf die Elektrizitätserzeugung, einer *Stromsteuer.* Nachdem auf EU-Ebene eine kombinierte Energie-/CO_2-Steuer vorerst wenig Erfolgschancen hat, strebt die EU-Kommission nunmehr die prinzipielle Ausweitung der Energiebesteuerung auf alle Energieträger und eine schrittweise Anhebung der Mineralölsteuersätze an. Auch eine Umstellung der mengenbezogenen Bemessungsgrundlage auf den Nettoverkaufspreis als Bemessungsgrundlage ist prinzipiell vorstellbar. Entsprechend dem aktualisierten Konzept des Fördervereins Ökologische Steuerreform könnte sich beispielsweise die Erhöhung der Energiesteuer am angestrebten Endverbrauchspreis der Energieprodukte orientieren (Wuppertal Bulletin 1997).

Überwiegend als Alternative zu den Änderungen vorhandener verkehrsbezogener Steuern ist eine *zusätzliche pauschale oder entfernungsabhängige Belastung des Verkehrs mittels Gebühren*, die an den Fahrleistungen anknüpft, in den Vordergrund des Interesses gerückt. Für den *Schwerlastverkehr* auf den Autobahnen in Deutschland, den Benelux-Staaten und Dänemark gilt seit 1. Januar 1995 die *Vignettenlösung.* Bei diesem System, dem sich später auch Schweden angeschlossen hat, wird die Gebühr auf einen Zeitraum bezogen erhoben (z. B. jährlich). Hiermit ist auch in Deutschland der Einstieg in diese Abgabenart mit zugleich mehreren begleitenden Änderungen bei anderen Regelungen für den Schwerlastverkehr vollzogen (siehe DIW 1996c). Der Einsatz elektronischer IuK-Techniken war hierfür nicht erforderlich. Aber bei allen eher kleinräumig geltenden oder stärker differenzierenden fahrleistungsbezogenen Abgabenregelungen ist dies aus Umsetzungsgründen wünschenswert, zum Teil auch vom Grundkonzept her unabdingbar. Meistens sind *umfassende elektronische Erfassungs- und Abrechnungssysteme* erforderlich, die teils beim Nutzer, teils beim Betreiber des Verkehrsträgers Straße zu installieren sind. Die gültige Vereinbarung für die Autobahn-Vignette enthält auch die Festlegung, daß ab 1998 jedes der zunächst fünf beteiligten Länder ein generelles entfernungsabhängiges elektronisches Gebührensystem einführen kann.

Eine Ausweitung des Autobahn-Vignettensystems auf Personenkraftwagen ist aus vielfältigen politischen Gründen immer noch sehr strittig. Größer scheinen dagegen die Chancen für eine *ballungsraumbezogene Einführung einer* pauschalen oder differenzierenden *Wegebenutzungsabgabe.* Im Falle einer ballungsraumbezogenen pauschalen Wegebenutzungsabgabe wird auch der Begriff „cordon pricing" verwendet. Häufig wird die Verbindung einer pauschalen Wegebenutzungsabgabe mit einer Zeitkarte für den öffentlichen Verkehr diskutiert. Nach bisherigen Sondierungen scheint dies möglich zu sein, wenn die Wegebenutzungsabgabe in Form einer – kommunalen – Gebühr erhoben wird (DIW 1996c).

Die Erhebung von Straßenbenutzungsgebühren mit Hilfe von elektronischen IuK-Techniken wurde in der Literatur mit dem Stichwort *„(electronic) road pricing"* (= (E)RP) belegt. Wenn von der Anlastung der Wegekosten die Rede ist, sind in der Regel die Kosten für die Erstellung und den Betrieb der Infrastrukturen angesprochen, es können aber zusätzlich auch die Umwelt- und Staukosten gemeint sein. Während bei den Staukosten vor allem die Zeitverluste angesprochen werden, sind es bei den Umweltkosten die Schäden infolge der CO_2-Emissionen, sonstiger Luftbelastungen und des Lärms. Von den Unfallkosten, die bei der Betrachtung gesellschaftlicher Zusatzkosten häufig auch eine wichtige Rolle spielen, ist in diesem Zusammenhang kaum die Rede.

Als Anknüpfungspunkte für *differenzierte Straßenbenutzungsgebühren oder Wegebenutzungsabgaben* können die zurückgelegten Entfernungen und/ oder die vom Straßenfahrzeug bewirkten Stau-, Emissions-, Immissions- oder Lärmsituationen gewählt werden. Auch die Besetzungszahl eines Fahrzeugs bietet sich hierfür an. Die Umsetzung einer differenzierten Straßenbenutzungsgebühr ist aber grundsätzlich schwieriger als die einer pauschalen Gebühr. „Je größer die Anzahl der Parameter und je aktueller deren Erfassung ist, aus der sich die Abgabe berechnet, desto komplexer und tendenziell unklarer wird die Preisbildung" (DIW 1996c).

In diesem Zusammenhang ist auch auf eine sehr spezielle Form der Abgabe zu verweisen: auf die *Nahverkehrsabgabe*, die beispielsweise von den Arbeitgebern als Beitrag zur Finanzierung einer Zeitkarte im öffentlichen Personennahverkehr für die Arbeitnehmer erhoben werden soll. Dieser potentiellen Abgabe liegt der Grundgedanke zugrunde, daß Unternehmen und sonstige Einrichtungen mit Arbeitgeberfunktionen durch gute Anbindung an das öffentliche Verkehrsnetz einen größeren Einzugsradius für Arbeitskräfte und Kunden besitzen und hierfür einen finanziellen Beitrag entrichten sollen. Derartige Finanzierungsbeiträge von Arbeitgebern sind vereinzelt bereits auf freiwilliger Basis in Erprobung.

Abgaben auf die Flächeninanspruchnahme sind die *Abgaben für Umladen, Parkeinrichtungen etc.* einerseits und die *Ausgleichsabgabe nach dem Bundesnaturschutzgesetz* andererseits (siehe Positionen 9 und 10 von Tabelle III-2.5). Die erstgenannte Abgabenkategorie dürfte i. d. R. die Form einer Gebühr annehmen, d. h. für den Belasteten die Übernahme eines verursachergerechten Kostenanteils bedeuten. Diese Abgabe wird in der Phase der Infrastrukturnutzung erhoben. Der letztgenannten Abgabenkategorie entspricht die Form der Sonderabgabe, für deren Anwendung es erforderlich ist, daß das damit verbundene Aufkommen direkt zugunsten desselben Personenkreises und für denselben Zweck – hier: Aufhebung der Beeinträchtigungen der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes infolge verkehrlicher Infrastrukturmaßnahmen durch Vermeidungs-, Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen – wieder verwendet wird (SRU 1994). Diese Abgabe soll bereits zum Zeit-

punkt der Infrastrukturerstellung erhoben und im Preis auf die Nutzer weitergewälzt werden.

Bei den in Tabelle III-2.5 genannten Abgaben sind verschiedene grundsätzliche *Ausgestaltungsmöglichkeiten und Anwendungsgrenzen* zu beachten. Hierauf wurde schon an mehreren Stellen hingewiesen. Darüber hinaus sind noch die folgenden Punkte hervorzuheben. Die Ausgleichsabgabe nach § 8 des Bundesnaturschutzgesetzes ist nur als „ultima ratio" einzusetzen, wenn entsprechende Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen nicht durchgesetzt werden können. Dabei ist die Reihenfolge in der Nennung der Maßnahmentypen zu beachten. Sofern für die Ersatzmaßnahmen gesetzliche Erleichterungen gewährt werden – die Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen werden im Planfeststellungsverfahren festgelegt –, dürfte die Wahrscheinlichkeit, daß auf diese Abgabe zurückgegriffen wird, stark sinken. So wurde beispielsweise durch die Baugesetzbuchnovelle zum 1. Januar 1998 die räumliche und zeitliche Entkoppelung von Eingriff und Ausgleich rechtlich abgesichert (Wagner 1997).

Eine konkrete Höchstgrenze gesetzlicher Art für die Belastung durch Abgaben greift nicht, aber möglicherweise kann geprüft werden, ob der zwischenstaatliche Waren- oder Dienstleistungsverkehr unnötig oder übermäßig belastet wird. Nach dem EWG-Vertrag dürfen differenzierte Abgaben im Inland erhoben werden, sofern sie In- und Ausländer gleichmäßig treffen (SRU 1994).

Nach Meinung des Umweltrats verfügen die Gemeinden über keine eigenständigen Möglichkeiten, Straßenbenutzungsgebühren einzuführen. Hierzu bedürfe es beispielsweise einer landesrechtlichen Ermächtigung, die jedoch nur zulässig sei, solange der Bund nicht von seiner Gesetzgebungskompetenz Gebrauch mache. Der Bund sei für die Erhebung entsprechender Gebühren auch zuständig, wenn die Straßenbau- und Straßenunterhaltszuständigkeit anderen Institutionen übertragen werde (SRU 1994).

Zusammenfassend zu den preislichen Instrumenten im deutschen Verkehrssektor ist festzuhalten, daß der Teilkomplex „Abgaben" viele Facetten aufweist. Vorherrschend sind bisher Steuern, die sich auf die Nutzungsphase von Fahrzeugen beziehen (Kraftfahrzeugsteuer, Mineralölsteuer und Mehrwertsteuer) und für den Staat (Bund und Länder) wichtige Einnahmenblöcke darstellen. Die Umgestaltung der fiskalisch orientierten verkehrsbezogenen Steuern zur Berücksichtigung von Umweltschutzerfordernissen ist bisher nur in sehr kleinen Schritten eingeleitet worden. Verkehrsbezogene Gebühren werden zum Teil schon angewandt. Sie belasten vor allem die Fahrleistung der Lkw auf den Autobahnen und die Flächeninanspruchnahme in Ballungsräumen durch parkende Personenkraftwagen. Mit generalisierten Gebühren, die den fließenden Straßenverkehr belasten, werden verschiedene Hoffnungen auf höhere Umweltverträglichkeit des Straßenverkehrs verbunden. Das prinzipielle Interesse der Gemeinden an eigenen Einnahmen aus verkehrsbezogenen Abgaben darf nicht unterschätzt werden.

Drastische – wenn auch über einen gewissen Zeitraum verteilte – Erhöhungen von Abgaben zur verkehrspolitischen Einflußnahme werden schon seit längerem kontrovers diskutiert. Eine entsprechende verkehrspolitische Alternative bildet die Grundlage für eine eigene Option in Kapitel V.

2.6 Finanzierungsinstrumente

2.6.1 Überblick

Zur verkehrspolitischen Instrumentenkategorie „Finanzierungsinstrumente" werden hier prinzipiell alle Arten finanzieller Aufwendungen von Gebietskörperschaften für den Verkehrssektor gerechnet. Es handelt sich hierbei um Ausgaben der öffentlichen Haushalte, aber auch um den Verzicht auf Einnahmen aus verkehrspolitischen Gründen, zu denen andere sektorpolitische Gründe, z.B. sozialpolitische, hinzutreten können. Die Kategorie der Finanzierungsinstrumente umfaßt damit weit mehr als die häufig erwähnte verkehrsbezogene Investitions- oder Infrastrukturpolitik. Mit der Festlegung, wer, wann, wo und möglicherweise unter welchen zusätzlichen Bedingungen Anspruch auf die finanziellen Vergünstigungen erheben kann, übt der Mittelgeber einen mehr oder weniger direkten Einfluß auf die Verwendung der von ihm gewährten Gelder aus, damit unter Umständen aber auch auf die vom Empfänger oder von anderen Stellen mitfinanzierten Aufwendungen.

Die hier angesprochenen finanziellen Beiträge von Gebietskörperschaften gehen weit über die enge Fassung des Subventionsbegriffs gemäß der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung hinaus. Dort wird praktisch nur auf die finanzielle Förderung von privatwirtschaftlichen Unternehmen abgestellt. Hier sind prinzipiell auch finanzielle Leistungen zugunsten privater Haushalte oder jeweils anderer Einrichtungen innerhalb des Staatssektors einbezogen.

Mit den genannten definitorischen Abgrenzungen der Finanzierungsinstrumente ist die Frage, woher die staatlichen Einnahmen zur Finanzierung der verkehrsbezogenen staatlichen Ausgaben kommen, ob aus dem allgemeinen Steueraufkommen oder aber aus sonstigen speziellen Abgaben, zunächst von nachrangiger Bedeutung. Hier nicht einbezogen sind die verkehrsbedingten Erträge von – öffentlichen – Verkehrsunternehmen, die – in unterschiedlichem Umfang – die endgültige Finanzierung von Investitions- und Betriebsaufwendungen dieser Verkehrsunternehmen sicherstellen. Beide Aspekte sind prinzipiell in die schon behandelten preispolitischen Instrumente einbezogen.

Im Zusammenhang mit den staatlichen Finanzierungsinstrumenten sind auch private Finanzierungen zu betrachten, insoweit sie an die Stelle der bisherigen staatlichen Finanzierung treten könnten. Dies betrifft zunächst die Investitionsfinanzierung und in der Folge auch die „Finanzierung" der Betriebsphase durch Benutzergebühren. Auch hier zeigt sich wieder der enge Zusammenhang zwischen preislichen und Finanzierungsinstrumenten.

Überwiegend beziehen sich die derzeit in der Bundesrepublik Deutschland angewandten Finanzierungsinstrumente auf die *Angebotsseite* der Verkehrsträger Straße, Schiene, Schiffahrts- und Luftverkehr. Mit zur Angebotsseite können auch die staatlichen Aufwendungen für die Förderung von Forschung und Entwicklung sowie von Demonstrationsvorhaben gerechnet werden. Ein markantes Beispiel für die *Verkehrsnachfrageseite* ist die derzeitig (Herbst 1998) noch gültige Kilometerpauschale bzw. die von einigen geforderte Entfernungspauschale (siehe auch Abschnitt III.2.6.2). Zur Nachfrageseite gehören auch Steuererleichterungen bei der Mehrwertsteuer auf verkehrsbezogene Güter und Dienstleistungen sowie bei der Kraftfahrzeugsteuer[1]). Eine direkte finanzielle Stützung der Nachfrageseite ist ebenfalls prinzipiell denkbar. Weiterhin kann zu den Finanzierungsinstrumenten auch die Erhebung einer Abgabe z.B. bei den Arbeitgebern oder auch Geschäftsleuten in der Innenstadt zur Finanzierung eines Teils der Nahverkehrskosten gerechnet werden. Einen Überblick über das breite Spektrum der Finanzierungsinstrumente bietet Tabelle III-2.6.

2.6.2 Wichtige Merkmale der verkehrsbezogenen Finanzierungsinstrumente

Die Finanzierungsinstrumente für den Verkehrssektor können sich auf die Phasen „Forschung, Entwicklung und Demonstration", „Investition" und „Betrieb" beziehen. Eine Zuordnung des Finanzierungsaufwands zu diesen drei Phasen ist nicht immer einfach. Häufig umfassen die Angaben zu den Forschungsmitteln auch die Investitionen in Versuchsanlagen oder -strecken. Ohnehin erscheint es angesichts der großen Vielfalt staatlicher Finanzströme zugunsten des Verkehrs nahezu unmöglich, das gesamte Finanzierungsvolumen ohne Doppelzählungen und ohne Lücken zu erfassen.

Forschungsförderung aus Haushaltsmitteln des Bundes im Bereich des bodengebundenen Verkehrs und Transports (Technologieförderung) wird in erster Linie vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) und vom Bundesministerium für Verkehr (BMV) betrieben. Fördermittel zugunsten verkehrsbezogener Forschung in Deutschland gewährt auch die Europäische Kommission, u.a. für Projekte im Bereich der Verkehrstelematik. Weiterhin sind die Bundesländer in der Forschungsförderung engagiert. Die Durchführung der Forschung obliegt einerseits privatwirtschaftlich organisierten Unternehmen und andererseits Bundeseinrichtungen, die den Bundesministerien nachgeordnet sind, so beispielsweise der Bundesanstalt für Straßenwesen (BMV), der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BMV), dem Umweltbundesamt (BMU), dem Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BMBau), den Universitätsinstituten (zumeist an den rd. 25 Technischen Universitäten/Hochschulen der Bundesrepublik) sowie anderen staatlichen Forschungseinrichtungen. Die forschenden Bundeseinrichtungen vergeben ihrerseits Forschungsaufträge. Forschungsmittel von der Industrie kommen zu den staatlichen Geldern hinzu.

In einer Veröffentlichung des Bundesministeriums für Verkehr wird die *Forschungsförderung des BMBF* im Bereich des bodengebundenen Verkehrs und Transports mit jährlich rd. 180 Mio. DM angegeben (Durchschnitt der Jahre 1990–1993). Davon flossen jeweils 50 bis 60 Mio. DM in „reine" Forschungsvorhaben, d.h. abzüglich der Investitionen in Versuchsanlagen oder -strecken. Die entsprechenden *Gesamtausgaben* aller Bundesressorts *für Forschungen auf dem Gebiet des Verkehrswesens* werden auf 80 bis 90 Mio. DM pro Jahr geschätzt (BMV 1995b). Nach statistischen Übersichten der EU hatten staatliche Stellen der Bundesrepublik Deutschland (Bund und Länder) 1994 für verkehrsbezogene Forschung und Entwicklung rd. 128 Mio. DM von insgesamt

[1]) Die Differenzierung der Steuerbelastungen bei der Mineralöl-, Kraftfahrzeug- und Mehrwertsteuer sowie die Nahverkehrsabgabe werden hier ebenso wie beim preispolitischen Instrumentarium aufgeführt. Während dort der *Belastungs*aspekt im Vordergrund steht, wird hier auf den ***Ent*lastungs**aspekt abgehoben.

Tabelle III-2.6

Überblick über wichtige Finanzierungsinstrumente für den deutschen Verkehrssektor

- Aufwendungen für die Förderung von Forschung und Entwicklung sowie von Demonstrationsvorhaben
- Ausgaben zur Investitionsfinanzierung auf der Angebotsseite
- Ausgaben zur betriebsbezogenen Finanzierung auf der Angebotsseite des öffentlichen Personennahverkehrs (z.B. Ausgleichsleistungen für den Ausbildungsverkehr, Erstattungsleistungen für die unentgeltliche Beförderung von Schwerbehinderten und Defizitausgleich)
- Stützung des öffentlichen Personennahverkehrs durch Steuererleichterungen (bei der Kraftfahrzeug- und der Mehrwertsteuer; Entfernungspauschale)
- Erhebung einer Abgabe zur Finanzierung des Nahverkehrs („Nahverkehrsabgabe")
- Ausgaben zur Stützung der Nachfrageseite (z.B. „Abwrackprämie" bei Kauf eines neuen Personenkraftwagens bei gleichzeitiger Verschrottung eines alten)
- Steuerlicher Querverbund zwischen Versorgung (Strom, Gas, Wasser, Fernwärme) und Verkehr bei öffentlichen Unternehmen (einheitliches Unternehmen, Organschaft oder Holding-Verband)

Tabelle III-2.7

Ausgewählte Zahlen zu den Brutto-Anlageinvestitionen im Verkehrssektor

A. Insgesamt, in Mio. DM zu jeweiligen Preisen	**1991**	**1995**	
Deutsche Bahn AG *)	11 390	12 490	
dar. Verkehrsweg	6 560	9 070	
Nichtbundeseigene Eisenbahnen [2])	650	360	
Eisenbahnen	12 040	12 850	
Binnenschiffahrt [3])	140	160	
Binnenhäfen [4])	200	180	
Seeschiffahrt [5])	2 050	2 810	
Seehäfen	850	990	
Schiffahrt	3 240	4 140	
Öffentl. Straßenpersonenverkehr [6])	4 920	5 780	
Güterkraftverkehr [7])	5 440	4 270	
Fluggesellschaften [8])	3 770	2 510	
Flughäfen [9])	3 410	2 260	
Rohrfernleitungen [10])	260	320	
Übriger Verkehr	17 800	15 140	
Straßen und Brücken	23 180	24 840	
Wasserstraßen	1 050	1 210	
Staatlicher Verkehrsbereich	24 230	26 050	
Verkehr insgesamt	57 310	58 180	
Zum Vergleich:			
Brutto-Anlageinvestitionen aller Wirtschaftsbereiche [12])	666 050	763 900	
Anteil des Verkehrs in v. H.	*8,6*	*7,6*	
B. Nur Verkehrsinfrastruktur, in Mio. DM zu jeweiligen Preisen	**1991**	**1995**	**1995 [19])**
Infrastruktur insgesamt	39 125	42 980	38 909
Verkehrswege	33 325	37 670	34 172
Eisenbahnen, S-Bahn	6 870	9 220	8 281
Stadtschnellbahn, Straßenbahn [13])	1 965	2 080	1 881
Straßen und Brücken	23 180	24 840	22 632
dar. Bundesfernstraßen	7 645	8 360	7 628
Wasserstraßen [14])	1 050	1 210	1 079
Rohrfernleitungen [15])	260	320	299
Umschlagplätze	5 800	5 310	4 737
Eisenbahnen, S-Bahn [16])	1 340	1 880	1 723
Binnenhäfen [17])	200	180	163
Seehäfen	850	990	881
Flughäfen [18])	3 410	2 260	1 970

*) 1991 Deutsche Bundesbahn und Deutsche Reichsbahn – [1]) Ohne Grunderw. – [2]) Eisenbahnen des öffentlichen Verkehrs. 1991 einschl. S-Bahn Berlin/West – [3]) Binnenflotte der Bundesrepublik – [4]) Öffentliche Binnenhäfen – [5]) Handelsflotte der Bundesrepublik – [6]) Stadtschnellbahn-(U-Bahn), Straßenbahn-, Obus- und Kraftomnibusverkehr kommunaler und gemischtwirtschaftlicher sowie privater Unternehmen; einschl. Taxis und Mietwagen – [7]) Gewerblicher Verkehr einschl. Verkehrsnebengewerbe (Spedition, Lagerei und Verkehrsvermittlung) – [8]) Unternehmen der Bundesrepublik – [9]) Einschl. Flugsicherung – [10]) Rohöl- und Mineralölproduktenleitungen über 40 km Länge – [11]) Bis zur Seegrenze – [12]) Neue Bauten und Ausrüstungen (einschl. Fahrzeuge); ohne Käufe und Verkäufe von gebrauchten Ausrüstungen (einschl. Fahrzeuge); darunter für Wohnbauten rd. 168 (1991) bzw. 261 (1995) Mrd. DM – [13]) Fahrweg einschl. zugehöriger Anlagen – [14]) Bis zur Seegrenze – [15]) Rohöl- und Mineralölproduktenleitungen über 40 km Länge – [16]) Bahnhöfe einschl. sonstiger Bauten und Ausrüstungen – [17]) Öffentliche Binnenhäfen – [18]) Einschl. Flugsicherung – [19]) Zu Preisen von 1991

Quelle: Verkehr in Zahlen 1997, 26. Jahrgang. Herausgeber: Bundesverkehrsministerium, Bonn. Verantwortlich für den Inhalt: Deutsches Institut für Wirtschaftsförderung (DIW), Berlin, S. 23 und 33; Statistisches Bundesamt (Hg.), Statistisches Jahrbuch 1995, Stuttgart 1995, Tab. 24.10; Statistisches Bundesamt (Hg.), Statistisches Jahrbuch 1996, Stuttgart 1996, Tab. 24.10

30,9 Mrd. DM für alle Forschungsaktivitäten in der Bundesrepublik, also lediglich rd. 0,4 %, vorgesehen (EUROSTAT 1996). Nach Angaben des Bundesforschungsberichts 1996 läßt sich zugunsten des bodengebundenen Transports und Verkehrs ein vom Bund getragenes FuE-Volumen von rd. 234 Mio. DM pro Jahr im Durchschnitt der Jahre 1992 bis 1996 errechnen (einschließlich der Ausgaben für Lehre und Forschung: rd. 337 Mio. DM pro Jahr) (BMBF 1996). Die gegenüber den Eurostat-Angaben sehr viel höheren Zahlen des BMBF dürften im wesentlichen auf die Einbeziehung der Investitionen in Versuchsanlagen und -strecken sowie auf die Berücksichtigung der Verkehrssicherheitsforschung zurückzuführen sein.

Die wichtigsten Gruppen der *verkehrsbezogenen Investitionen* sind Investitionen in die Verkehrswege, die Umschlagplätze („Schnittstellen") und das rollende Material. Bei den Verkehrswegen und Umschlagplätzen (Verkehrsinfrastruktur) wird zusätzlich nach Bauten und Ausrüstungen differenziert. Werterhöhende Großreparaturen und Umbauten zählen mit zu den Investitionen (Brutto-Anlageinvestitionen). Der Erwerb von Grundstücken ist üblicherweise nicht Bestandteil des Investitionsbegriffs, der Grundstückserwerb kann aber ebenfalls den Einsatz eines Finanzierungsinstruments erforderlich machen.

Die Bereitstellung der Gelder für Verkehrsinvestitionen erfolgt bisher nahezu ausschließlich durch allgemeine Haushaltsmittel der Gebietskörperschaften (Bund, Länder und Gemeinden). Aus Tabelle III-2.7 wird u. a. ersichtlich, daß der vom Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung als „Staatlicher Verkehrsbereich" gekennzeichnete Teilbereich „Straßen, Brükken und Wasserstraßen" rd. 45 % der verkehrsbezogenen Brutto-Anlageinvestitionen auf sich vereinigt (in absoluten Zahlen für 1995: 26,1 Mrd. DM von insgesamt 58,2 Mrd. DM). Die Investitionen in Bundesfernstraßen – seit 1993 jährlich über 8 Mrd. DM – sind ebenso wie die Verkehrswege-Investitionen der Deutschen Bahn AG (1995: 9,1 Mrd. DM) vom Bund (Bundesverkehrsministerium) zu tragen.

Die Investitionsangaben für den öffentlichen Straßenpersonenverkehr – 1995: 5,8 Mrd. DM zu jeweiligen Preisen – repräsentieren in etwa je zur Hälfte Fahrzeuge und Bauten. Demgegenüber beinhaltet die entsprechende Zahl für den Güterkraftverkehr – 1995: 4,3 Mrd. DM, zu jeweiligen Preisen – zu rd. 80 % Fahrzeug-Investitionen (siehe Tabelle III-2.7, Teil A, und BMV 1997, S. 25, 27 und 29). Dies ist auf die institutionelle Abgrenzung der in der Statistik unterschiedenen Verkehrsbereiche im Gegensatz zu einer funktionellen Abgrenzung zurückzuführen. Insoweit Straßenbauinvestitionen und sonstige Bauten nicht direkt von Unternehmen des öffentlichen Straßenpersonenverkehrs oder von Unternehmen des Güterkraftverkehrs finanziert werden müssen, sind sie in diesen Zahlen nicht enthalten.

Die Verkehrswegeinvestitionen auf kommunaler Ebene werden zu einem erheblichen Teil mit Bundesmitteln finanziert, insbesondere durch *Mittel aus dem Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz* (GVFG) und durch *nach dem Regionalisierungsgesetz des Bundes gewährte Finanzmittel*. Die GVFG-Mittel stammen aus einem zweckgebundenen Teil des prinzipiell dem Bund zustehenden Mineralölsteueraufkommens, und die Regionalisierungsmittel werden nach dem Bundes-Regionalisierungsgesetz für den Schienenpersonennahverkehr gewährt. Die auf diese Weise zunächst an die Länder fließenden Mittel werden so festgelegt, daß die Länder insgesamt über eine relativ konstante Finanzmasse verfügen können. „Nach Abzug von 0,25 v. H. für die Forschung entfallen 20 v. H. der Mittel auf größere Vorhaben (über 100 Mio. DM) des Baus oder Ausbaus von Schienenwegen für den Öffentlichen Personennahverkehr im Rahmen eines Bundesprogramms. 80 v. H. der Mittel verteilen die Länder im Rahmen von Länderprogrammen in eigener Zuständigkeit entsprechend den jeweiligen Bedürfnissen auf Vorhaben des Öffentlichen Personennahverkehrs und des kommunalen Straßenbaus" (BMF 1997).

Das *Fernstraßenbauprivatfinanzierungsgesetz* aus dem Jahr 1994 ermöglicht erstmalig für Tunnel, Brükken, Gebirgspässe sowie mehrspurige Bundestraßen mit getrennten Fahrbahnen die endgültige Finanzierung durch Benutzergebühren.

Die *betriebsbezogenen Zuwendungen* aus öffentlichen Haushalten zugunsten des Verkehrssektors sind anders als die investitionsbezogenen Zuwendungen nicht der Broschüre „Verkehr in Zahlen" zu entnehmen. Berechnungen des Bundesverkehrsministeriums zur Kostenunterdeckung im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) im Jahr 1993 lassen jedoch beispielsweise erkennen, daß von insgesamt rd. 32,4 Mrd. DM Finanzleistungen der öffentlichen Hand für den ÖPNV rd. 7,4 Mrd. DM auf Investitionen entfallen (siehe die Spalte „Insgesamt" von Tab. III-2.8, letzte Zeile, und Summe der Zeilen 1.1 und 4.1) (Bundesregierung 1996b; Ratzenberger 1997). Der große Rest von rd. 25,0 Mrd. DM (77 % des Gesamtbetrags) gibt dann die betriebsbezogenen Zuwendungen an, die allerdings auch aus anderen als aus verkehrlichen Gründen gewährt werden.

Die staatlichen Ausgaben zur betriebsbezogenen Finanzierung auf der Angebotsseite des öffentlichen Personennahverkehrs umfassen vor allem die Ausgleichsleistungen für den Ausbildungsverkehr – 4 546 Mio. DM im Jahr 1993, die Erstattungsleistungen vor allem für die Schwerbehindertenförderung – rd. 875 Mio. DM im Jahr 1993 – und den reinen Defizitausgleich – 1993: rd. 8 715 Mio. DM – (siehe Tabelle III-2.8, Zeilen 3.1, 3.2 und 2.4).

Die Stützung des öffentlichen Personennahverkehrs durch Steuererleichterungen bezieht sich auf einen verringerten Mehrwertsteuersatz – nur 7 % statt 15 %. Für 1993 wird ein Betrag von 870 Mio. DM genannt (siehe Tab. III-2.8), der Sechzehnte Subventionsbericht weist für die Jahre 1995 bis 1997 jeweils einen Betrag von 850 Mio. DM aus (Bundesregierung 1997). Die Kraftfahrzeugsteuerbefreiung im öffentlichen Personennahverkehr schlug 1993 mit rd. 190 Mio. DM zu Buche (siehe Tab. III-2.8).

Aufgrund der angespannten Haushaltslage auf allen staatlichen Ebenen wurden zunehmend Überlegungen darüber angestellt, wie die Finanzierung der

Tabelle III-2.8

Finanzleistungen der öffentlichen Hand für den öffentlichen Personennahverkehr im Jahr 1993

– in Mio. DM –

Finanzleistungsart	Bund	Länder	Gemeinden	Insgesamt
1.1.1 Investitionsförderung im Rahmen des GVFG	3 949,9	1 025,9	483,5	5 459,3
1.1.2 Investitionsförderung außerhalb des GVFG	13,1	217,4	91,8	322,3
1.1 Investitionsförderung zusammen	3 963,0	1 243,3	575,3	5 781,6
1.2.1 Kooperationsförderung	–	236,5	85,2	321,7
1.2.2 Zuschüsse zu Modellversuchen, Planungen etc.	–	29,0	–	29,0
1.2.3 Sonstige Betriebszuschüsse	–	23,9	–	23,9
1.2 Sonstige direkte Förderung zusammen	–	289,4	85,2	374,5
1. *Direkte Förderung zusammen*	3 963,0	1 532,7	660,5	6 156,2
2.1.1. Umsatzsteuerermäßigung	548,1	321,9	–	870,0
2.1.2 Kraftfahrzeugsteuerbefreiung	–	190,0	–	190,0
2.1 Steuererleichterung zusammen	548,1	511,9	–	1 060,0
2.2 Ausgleichszahlungen für den Schienenpersonennahverkehr	7 096,3	–	–	7 096,3
2.3 Betriebsbeihilfen an ÖPNV-Betriebe	15,0	560,4	–	575,4
2.4. Defizitausgleich für ÖPNV-Betriebe	2 336,0	–	6 378,6	8 714,6
2. *Ausgleich struktureller Schwächen zusammen*	9 995,4	1 072,3	6 378,6	17 446,3
3.1.1 Ausgleichszahlungen nach § 45a PBefG bzw. § 6a AEG	–	1 699,5	–	1 699,5
3.1.2 Kosten der Schülerbeförderung	–	2 126,7	719,9	2 846,5
3.1 Ausbildungsverkehr zusammen	–	3 826,2	719,9	4 546,0
3.2 Ausgleichszahlungen zur Schwerbehindertenbeförderung u. ä.	236,2	515,0	123,3	874,5
3. *Leistungen aufgrund anderer Politikbereiche zusammen*	236,2	4 341,2	843,2	5 420,5
Finanzleistungen 1.–3. zusammen	14 194,6	6 946,2	7 882,3	29 023,0
4.1 *ÖPNV-anteilige Investitionszuschüsse*	1 541,4	35,1	–	1 576,4
4.2 Sonstige ÖPNV-anteilige Leistungen	1 757,1	25,9	–	1 783,0
4. *ÖPNV-anteilige Leistungen zusammen*	3 298,5	61,0	–	3 359,4
Finanzleistungen 1.–4. zusammen	17 493,0	7 007,1	7 882,3	32 382,4

Quelle: Bericht der Bundesregierung 1996 über die Entwicklung der Kostenunterdeckung im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV), Tabelle 5.1, veröffentlicht als Drucksache 13/7552 vom 22. April 1997

Verkehrsinvestitionen, insbesondere bei Autobahnen, durch private Finanzierungsbeiträge erleichtert werden könnte (Bloech/Ihde 1997). Während bei einem *Konzessions- oder einem Leasingmodell* lediglich eine zeitliche Verlagerung der Haushaltsbelastung bzw. Verschiebung von der Investitions- auf die Betriebsphase stattfindet, würde allein die Anwendung des *Betreibermodells* einen echten Verzicht auf staatliche verkehrsbezogene Finanzierungsleistungen bedeuten. Beim Betreibermodell erfolgen Bau und Betrieb der Infrastruktur-Maßnahme durch Private, die auch das unternehmerische Risiko tragen; die investierten Mittel werden anschließend über Benutzungsgebühren erwirtschaftet.

Erste, eher ernüchternde Erfahrungen liegen vor allem mit dem Konzessionsmodell vor. Eine flächendeckende Privatfinanzierung wird beispielsweise von Aberle nur für möglich gehalten, wenn der Staat neue und zusätzliche Renditeabsicherungsinstrumente schafft oder die Finanzierung in Verbindung mit der Planung und dem Betrieb im Sinne einer Entstaatlichung völlig reorganisiert (Aberle 1997).

Eine Ausweitung der steuerlichen Stützung des öffentlichen Personennahverkehrs auf der Nachfrageseite wird von einigen durch die *Änderung der Kilometerpauschale in eine verkehrsmittelunabhängige Entfernungspauschale* gefordert. Bisher wird für Fahrten zum Arbeitsplatz mit dem Pkw ein Pauschbetrag je Entfernungskilometer gewährt. Dieser beträgt seit 1. Januar 1994 0,70 DM je Entfernungskilometer, d.h. 0,35 DM je gefahrenen Kilometer. Bei Grenzsteuersätzen zwischen 26 v.H. und 53 v.H. ergeben sich Steuerersparnisse zwischen 9 und 19 Pfennig je Fahrleistungskilometer (DIW 1996c). Bei vielen Fahrzeugen dürfte diese Begünstigung deutlich unter den tatsächlichen Kosten liegen, sie liegt jedoch deutlich über den variablen Kosten der Kraftfahrzeugnutzung (SRU 1996). Bei der Nutzung des öffentlichen Nahverkehrs können dagegen nur die vom Nutzer gezahlten Kosten geltend gemacht werden. Dies wird von vielen als eine eindeutige Benachteiligung des ÖPNV angesehen. Daher wird eine verkehrsmittelunabhängige Entfernungspauschale als Anreiz zur Nutzung öffentlicher und auch nicht-motorisierter Verkehrsmittel befürwortet. Pkw-Fahrer, Benutzer des öffentlichen Verkehrs, Radfahrer und Fußgänger sollen gleichgestellt werden. Der Umweltrat empfiehlt, die Höhe der Entfernungspauschale auf die jährlichen Kosten der Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel zu begrenzen. Zur Verwaltungsvereinfachung könnten die Fahrtkosten mit öffentlichen Verkehrsmitteln bundesweit pauschal mit 1 500 DM pro Jahr angesetzt werden. Die Autoren des bereits genannten DIW-Gutachtens melden allerdings Zweifel an, ob die Kilometerpauschale von den Arbeitnehmern überhaupt als eine Veränderung der Grenzkosten wahrgenommen wird und einen Anreiz zum Autofahren darstellt, da sie sich in der Regel nur einmal pro Jahr im Rahmen des Lohnsteuerausgleichs oder der Einkommensteuererklärung auf Zahlungsströme auswirkt.

Die Erhebung einer *Abgabe* bei Arbeitgebern oder Geschäftsleuten *zur* (Mit-)*Finanzierung des Nahverkehrs* ist als ergänzende Möglichkeit zur staatlichen Nahverkehrsförderung zu sehen. Auf freiwilliger Basis werden die ersten finanziellen Beteiligungen von Arbeitgebern bereits in einigen Städten erprobt („Job-Ticket").

Weiterhin kann der Staat Ausgaben zur Stützung der Nachfrageseite zum Beispiel bei Verkauf oder Verschrottung eines alten Personenkraftwagens und gleichzeitigem Kauf eines Neuwagens durch Privatpersonen tätigen. Je nach spezieller Ausgestaltung kann diese in Deutschland bisher nicht angewandte Art der Finanzhilfe *Abwrackprämie oder Neukaufprämie* genannt werden. Dieses Finanzierungsmittel ist in anderen europäischen Ländern verschiedentlich angewandt worden. Wie sich dort gezeigt hat, besteht bei befristeter Gewährung einer Prämie die Gefahr, daß auf diese Weise Pkw-Neuanschaffungen nur kurzfristig vorgezogen und damit die angestrebten zusätzlichen positiven Umwelteffekte durch innovative schadstoffärmere Kraftfahrzeuge schon in kurzer Zeit wieder aufgezehrt werden.

Der steuerliche *Querverbund zwischen Versorgung* (Strom, Gas, Wasser, Fernwärme) *und Verkehr* bei öffentlichen Unternehmen auf kommunaler Ebene ist ein traditionell wichtiges Finanzierungsinstrument für den öffentlichen Personennahverkehr in Ballungsräumen. Das heißt, Gewinne und Verluste von in einem einheitlichen Unternehmen, in einer Organschaft oder in einem Holding-Verband zusammengefaßten kommunalen Versorgungs- und Verkehrsaktivitäten können gegeneinander aufgerechnet werden. Traditionell entstehen in der Verkehrssparte nicht unbeträchtliche Verluste, für deren Finanzierung die Gewinne bei den anderen Sparten bisher unerläßlich sind. Durch die seit dem 29. April 1998 in Kraft getretene Neufassung des Energiewirtschaftsgesetzes könnten die kommunalen Stromversorgungsunternehmen jedoch einem verstärkten Wettbewerbsdruck ausgesetzt werden, so daß die Strompreise und damit auch die Gewinne dieser kommunalen Stromversorgungsunternehmen zurückgehen und damit eine relativ wichtige Form des Defizitausgleichs bei den kommunalen Verkehrsunternehmen wegfällt.

Als *Fazit* der Ausführungen zu wichtigen Finanzierungsinstrumenten für den deutschen Verkehrssektor ist festzuhalten, daß es hier eine größere Anzahl von staatlichen Finanzierungsbeiträgen gibt, deren Schwerpunkt auf der Seite des verkehrlichen Angebots liegt. Staatliche Ausgaben zugunsten des Verkehrssektors kommen sowohl den einschlägigen technologiebezogenen FuE-Tätigkeiten als auch der Investitions- und Betriebsphase bei den verschiedenen Verkehrsträgern zugute.

Angesichts der generellen Lage der öffentlichen Haushalte und sonstiger möglicher Einnahmenrückgänge bei den öffentlichen Unternehmen sind Schwierigkeiten, die Finanzierungsströme in ihrer bisherigen Höhe zu halten oder gar auszubauen, unübersehbar. Die deutlich verstärkte Inanspruchnahme privater Finanzierungsmittel für Straßenbauinvestitionen erfordert entweder eine Neugestaltung der hierfür erforderlichen staatlichen Rahmenbedingungen oder einen sehr weitgehenden Rückzug des

Staates aus dem Verkehrsbereich. Auf jeden Fall führt die Diskussion über private Finanzierungsmöglichkeiten gleichzeitig zu einer erheblichen Steigerung des Stellenwerts von Straßenbenutzungsgebühren als preislichen Instrumenten, da sie in diesem Fall der endgültigen Finanzierung dienen können.

Jegliche verkehrspolitische Neukonzeption wird in der einen oder anderen Form auch die Finanzierungsbeiträge des Staates verändern. Eine auf zunächst kurz- bis mittelfristige Erfolge ausgerichtete Verkehrspolitik wird sich nur auf begrenzte Änderungen der staatlichen Finanzierungsströme stützen können. Insofern wurde das Finanzierungsinstrumentarium nicht zum Kristallisationspunkt einer einzelnen Option in Kapitel V gemacht. Es sollte aber in langfristiger und stärker empirisch orientierten Wirksamkeits- und Folgenanalysen angemessen berücksichtigt werden.

2.7 Planerische Instrumente

2.7.1 Überblick

Planerische Instrumente können eine zentrale Bedeutung für den Verkehrssektor erlangen, da sie, zumindest vom Ansatz her, eine längerfristige und zugleich zwischen den verschiedenen Verkehrsträgern abgestimmte Entwicklung des Verkehrswegeangebots erlauben. Zu den verkehrspolitisch relevanten planerischen Instrumenten werden hier vor allem jene Verfahren oder Pläne gezählt, die in der Regel vor der Durchführung von Verkehrs(wege)investitionen auf der Basis gesetzgeberischer Regelungen zu durchlaufen bzw. aufzustellen sind. Dabei erfolgt hier eine Konzentration auf jene planerischen Instrumente, denen eine auf die verschiedenen Verkehrsträger und Verkehrsbereiche bezogene spezielle Koordinierungs- und/oder Umweltschutzfunktion von vornherein zugedacht ist oder in Zukunft zugeordnet werden könnte.

Tabelle III-2.9 vermittelt einen Überblick über wichtige derzeit in Deutschland vorhandene planerische Instrumente für den Verkehrssektor.

Tabelle III-2.9

Überblick über wichtige planerische Instrumente für den deutschen Verkehrssektor

- Bundesverkehrswegeplan
- Raumordnungspläne
- Raumordnungsverfahren
- Bauleitplanung
- Verfahren der Umweltverträglichkeitsprüfung zur Linienbestimmung und Planfeststellung
- Verkehrsentwicklungsplan
- Nahverkehrsplan

2.7.2 Bundesverkehrswegeplan

Der Bundesverkehrswegeplan (BVWP) ist eine Auflistung von zu bauenden bzw. auszubauenden überregionalen Verkehrsverbindungen, für die der Bund die Planungs-, Bau- und Finanzierungskompetenz hat. Er faßt den Bedarf für den Ausbau der Wegenetze von Straße, Schiene und Binnenschiffahrt zusammen und versieht die Maßnahmen mit einer Prioritätenreihung. Aus dem BVWP werden die Bedarfspläne der Maßnahmengesetze – z.B. das Fernstraßenausbaugesetz und seine Änderungsnovellen – nach der Maßgabe der verfügbaren Finanzen abgeleitet. Der Bund verfügt über keinen eigenen Planungsapparat. Die Planung – auch der Bau und der Betrieb – wird durch die Straßenbauämter der Länder in Auftragsverwaltung des Bundes durchgeführt. Die Länder melden die von ihnen als notwendig identifizierten Maßnahmen für den BVWP an. Die Aufnahme in den Plan erfolgt nach einer Bewertung der Durchführungswürdigkeit der Maßnahmen. Die Bewertung erfolgt mittels einheitlicher Maßstäbe (INOVAPLAN 1997). Der 1998 noch aktuelle Bundesverkehrswegeplan wurde 1992 aufgestellt, der vorhergehende 1985. Der BVWP 1992 ist der erste gesamtdeutsche Verkehrswegeplan. Im Vorgriff hierauf wurden bereits am 9. April 1991 die Verkehrsprojekte „Deutsche Einheit" zum Ausbau der Straßen-, Schienen- und Binnenschiffahrtswege in den neuen Bundesländern und zur Verbesserung von deren Anbindung an den Westen vom Bundeskabinett beschlossen und vom Parlament im Rahmen der Beschlüsse zum Bundesverkehrswegeplan bestätigt (BMV 1992).

Zur gesamtwirtschaftlichen Bewertung von in den BVWP aufzunehmenden Projekten wurde eine Nutzen-Kosten-Analyse durchgeführt. Sie stellt im wesentlichen die in Geldwerten ausgedrückten Projektnutzen (Transportkostenersparnisse, Zeiteinsparungen, Senkung von Unfallkosten etc.) den Investitionskosten gegenüber. Das Ergebnis der Bewertung drückt sich in einem bestimmten Nutzen-Kosten-Verhältnis aus. Darüber hinaus wurde vor allem eine ökologische Risikoanalyse durchgeführt. Die Schadstoffe wurden zu CO-Äquivalenten in einem Toxizitätsfaktor zusammengeführt. Weiterhin wurde erstmals eine städtebauliche Beurteilung der Maßnahmen durchgeführt.

Der Sachverständigenrat für Umweltfragen hat sich im Jahresgutachten 1994 kritisch sowohl mit der prognostischen Basis des Bundesverkehrswegeplans 1992 als auch mit den Bewertungs- und Auswahlkriterien auseinandergesetzt. Der Rat zeigt schwerwiegende Mängel des verwendeten Toxizitätsfaktors auf. Er verweist darauf, daß lediglich Konfliktschwerpunkte einzelner Projekte in unvollständiger Weise herausgearbeitet werden. Zur Bewertung von Straßenbauprojekten wird kritisiert, daß sie sich ausschließlich auf Neubauvorhaben von über 10 km Länge bezieht und Ausbauvorhaben unberücksichtigt läßt.

Im Jahr 2001 soll ein neuer Bundesverkehrswegeplan vorgelegt werden. Im Hinblick hierauf wird eine umfassende und sich nicht nur auf die Umweltbewertung erstreckende Revision des derzeit noch geltenden Bundesverkehrswegeplans 1992 gefordert, so beispielsweise in einem Antrag der Fraktion Bündnis 90/Die Grünen im 13. Bundestag, dessen Forderungen sich wie folgt zusammenfassen lassen (Bündnis 90/Die Grünen 1997):

- Reform des Anmeldeverfahrens

  Das von den Ländern ausgehende Anmeldeverfahren bedeutet lediglich die Addition der Begehrlichkeiten der regionalen Ausbauplanungen, nicht jedoch eine integrierende Betrachtung der Verkehrsträger. Die Wirtschaftlichkeitsprüfungen liegen zum Teil 15 oder sogar 30 Jahre zurück, da der unerledigte Überhang des BVWP von 1985 mit in den BVWP von 1992 aufgenommen wurde. Eine Ausweitung auf den Flugverkehr wird gefordert.

- Koordination mit der Finanzplanung

  Es fehlt der Zusammenhang zwischen Verkehrs- und Finanzplanung. Für den Zeitraum 1991 bis 2012 wurde ein Bedarf von 538,8 Mrd. DM für Erhalt, Ausbau und Neubau von Verkehrswegen ermittelt, dessen Wertansatz aufgrund gestiegener Baukosten längst nicht mehr gültig ist.

- Verbesserte Prognosebasis

  Es wird die Notwendigkeit neuer Prognosedaten betont und ein veränderter Umgang mit Prognosen gefordert.

Ob die auf europäischer Ebene angestrebte Etablierung einer formellen Umweltverträglichkeitsprüfung für Pläne und Programme ebenfalls zur Verbesserung des Planungsinstruments Bundesverkehrswegeplan beitragen könnte, ist noch näher zu prüfen (Wagner 1997).

Insbesondere hat sich auch der Wissenschaftliche Beirat beim Bundesminister für Verkehr über Möglichkeiten und Erfordernisse der methodischen Weiterentwicklung der Bundesverkehrswegeplanung vor dem Hintergrund zunehmender Privatisierungsperspektiven geäußert (BMV 1995c). Neben der Feststellung, daß im Gemeinsamen Markt der Europäischen Union die Auswirkungen nationaler Verkehrsprojekte jeweils auch auf der europäischen Ebene zu berücksichtigen seien, sieht der Wissenschaftliche Beirat auf mittlere bis längere Frist die folgenden drei wesentlichen Funktionen der zukünftigen Bundesverkehrswegeplanung:

1. die Koordination zwischen den verkehrsträgerspezifischen Infrastrukturnetzen, gegebenenfalls auch zwischen den Teilnetzen unterschiedlicher Anbieter,
2. die Freihaltung von Trassen im Rahmen räumlich relevanter Entwicklungsplanungen, ohne die ein Bau neuer Verkehrswege in der Zukunft, wegen der zunehmenden Bodennutzungskonkurrenz, nicht mehr möglich sein dürfte, und
3. die Berücksichtigung der Aspekte der Verkehrssicherheit und des überregionalen Umweltschutzes.

2.7.3 Raumordnungspläne

Die Vorgaben für die Landes- und Regionalplanung sind zunächst durch das Raumordnungsgesetz des Bundes geregelt. Zum 1. Januar 1998 ist das grundlegend überarbeitete Raumordnungsgesetz in Kraft getreten (Raumordnungsgesetz 1998 in der Fassung vom 18. August 1997). Die – zum Teil neuen – ROG-Vorschriften sind teils unmittelbar geltendes Bundesrecht (Abschnitt 1: Allgemeine Vorschriften), teils enthalten sie rahmenrechtliche Vorgaben des Bundes u. a. für die Raumordnungspläne. Das Rahmenrecht bedarf der Umsetzung durch Landesrecht. Insoweit sich Änderungen gegenüber dem früher geltenden ROG ergeben haben, wird den Ländern eine Anpassungsfrist von vier Jahren eingeräumt. Die folgenden Verweise auf das Raumordnungsgesetz beziehen sich auf die seit 1. Januar 1998 geltende Fassung.

Formelle Raumordnungpläne stellen neben den Raumordnungsverfahren (siehe Abschnitt III.2.7.4) die wichtigsten Instrumente der Raumordnung in den Bundesländern dar. Es lassen sich Raumordnungspläne für ein gesamtes Landesgebiet und Regionalpläne unterscheiden. Regionalpläne sind zusätzlich zu einem zusammenfassenden und übergeordneten Plan aufzustellen, wenn das Gebiet des betreffenden Landes die Verflechtungsbereiche mehrerer Zentraler Orte oberster Stufe umfaßt. Im Falle der Länder Berlin, Bremen und Hamburg können die Landespläne durch einen Flächennutzungsplan nach dem Baugesetzbuch ersetzt werden (siehe auch Abschnitt III.2.7.5). Gemäß § 9 Abs. 6 ROG kann ein Regionalplan zugleich ein Flächennutzungsplan sein, wenn er durch Zusammenschlüsse von Gemeinden und Gemeindeverbänden zu regionalen Planungsgemeinschaften erarbeitet wird (s. a. Abschnitt III.2.7.5).

Das novellierte Gesetz verweist u. a. auf die Leitvorstellung einer nachhaltigen Raumentwicklung, die die sozialen und wirtschaftlichen Ansprüche an den Raum mit seinen ökologischen Funktionen in Einklang bringt und zu einer dauerhaften, großräumig ausgewogenen Ordnung führt. Die Leitvorstellung soll eine Art „Scharnierfunktion" zwischen Aufgabe und Grundsätzen der Raumordnung erhalten, sie soll zur Handlungsmaxime bei der Aufgabenwahrnehmung und zur Auslegungsmaxime der Grundsätze der Raumordnung werden (Runkel 1997). Der Gesetzestext enthält fünfzehn Grundsätze, in die nach Runkel nur solche Belange aufgenommen wurden, die unmittelbar mit den Instrumenten der Raumordnung beeinflußt werden können (Runkel 1997). In zwei Grundsätzen wird der Verkehr direkt angesprochen (§ 2 Abs. 2 ROG):

„5. Verdichtete Räume sind als Wohn-, Produktions- und Dienstleistungsschwerpunkte zu sichern. Die Siedlungsentwicklung ist durch Ausrichtung auf ein integriertes Verkehrssystem und die Sicherung von Freiräumen zu steuern. Die Attraktivität des öffentlichen Personennahverkehrs ist durch Ausgestaltung von Verkehrsverbünden und die Schaffung leistungsfähiger Schnittstellen zu erhöhen. Grünbereiche sind als Elemente eines Freiraumverbundes zu sichern und zusammenzuführen. Umweltbelastungen sind abzubauen."

„12. Eine gute Erreichbarkeit aller Teilräume untereinander durch Personen- und Güterverkehr ist sicherzustellen. Vor allem in verkehrlich hoch belasteten Räumen und Korridoren sind die Voraussetzungen zur Verlagerung von Verkehr

auf umweltverträglichere Verkehrsträger wie Schiene und Wasserstraße zu verbessern. Die Siedlungsentwicklung ist durch Zuordnung und Mischung der unterschiedlichen Raumnutzungen so zu gestalten, daß die Verkehrsbelastung verringert und zusätzlicher Verkehr vermieden wird."

Das ROG unterscheidet neben den „Grundsätzen" auch „Ziele" (= verbindliche Vorgaben) und „sonstige Erfordernisse" (= in Aufstellung befindliche Ziele) (§ 3 ROG). Die drei Begriffe zusammen stellen die „Erfordernisse" der Raumordnung dar, von denen bestimmte Bindungswirkungen für raumbedeutsame Planungen und Maßnahmen ausgehen. Die Ziele sind von öffentlichen Stellen „zu beachten", und die Grundsätze und sonstigen Erfordernisse sind „in der Abwägung oder bei der Ermessensausübung nach Maßgabe der dafür geltenden Vorschriften zu berücksichtigen" (§ 4 ROG). Unter anderem ist hierbei hervorzuheben, daß als Adressaten der von raumordnerischen Erfordernissen ausgehenden Bindungen neben den öffentlichen Stellen auch Private anzusehen sind, wenn öffentliche Stellen mehrheitlich an der juristischen Person des privaten Rechts beteiligt sind oder die konkreten raumbedeutsamen Planungen oder Maßnahmen überwiegend mit öffentlichen Mitteln finanziert werden (§ 4 Abs. 3 ROG). Es wird also auf die tatsächlichen Einflußmöglichkeiten der öffentlichen Hand abgestellt (Runkel 1997).

Wie die Raumordnungspläne benachbarter Länder sind auch die Regionalpläne benachbarter Planungsräume aufeinander abzustimmen. Wenn die Regionalplanung nicht durch Zusammenschlüsse von Gemeinden und Gemeindeverbänden zu regionalen Planungsgemeinschaften erfolgt, „ist vorzusehen, daß die Gemeinden und Gemeindeverbände oder deren Zusammenschlüsse in einem förmlichen Verfahren beteiligt werden" (§ 9 Abs. 4 ROG).

Die Raumordnungspläne sollen Festlegungen zur Raumstruktur enthalten, insbesondere zur anzustrebenden Siedlungsstruktur, zur anzustrebenden Freiraumstruktur und zu den zu sichernden Standorten und Trassen für die Infrastruktur. Das Gesetz verweist explizit darauf, daß zu den Standorten und Trassen für Infrastruktur Ver- und Entsorgungsinfrastruktur sowie Verkehrsinfrastrukturen und Umschlaganlagen von Gütern gehören können (§ 7 Abs. 2 ROG). Bei den Festlegungen zur Freiraumstruktur kann zugleich bestimmt werden, daß in diesem Gebiet unvermeidbare Beeinträchtigungen der Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts oder Landschaftsbildes an anderer Stelle ausgeglichen, ersetzt oder gemindert werden können (§ 7 Abs. 2 ROG).

Im Hinblick auf die Umsetzung der Raumordnungspläne wird u. a. auf die mögliche Bedeutung von – informellen – regionalen Entwicklungskonzepten und vertraglicher Vereinbarungen verwiesen (§ 13 ROG). Da im Rahmen der parallelen Baugesetzbuch-Novelle das Anzeigeverfahren für Bebauungspläne unter bestimmten Voraussetzungen entfallen kann, sieht das neue ROG neben der befristeten auch eine unbefristete Untersagungsmöglichkeit vor (§ 12 ROG).

Entsprechend den Verpflichtungen durch das ROG wird die Raumplanung beispielsweise in *Baden-Württemberg* durch das Landesplanungsgesetz (LPlG) geregelt. Es enthält das Instrument der Entwicklungspläne einerseits und der Regionalpläne andererseits (INOVAPLAN 1997).

Entwicklungspläne sind der *Landesentwicklungsplan* (LEP), der für das ganze Land aufzustellen ist, und die fachlichen Entwicklungspläne, die für einen oder mehrere Fachbereiche aufgestellt werden können. Der LEP enthält neben den Grundsätzen und Zielen der Raumordnung und Landesplanung auch Ziele für einzelne raumbedeutsame Vorhaben (also auch zur Ausführung von Maßnahmen des Verkehrswegebaus, z. B. ist der Ausbau verschiedener Bahnstrecken des Fernverkehrs als Ziel ausdrücklich genannt). Insbesondere hat der LEP

- Raumgebietskategorien (Verdichtungsräume, Randzonen um die Verdichtungsräume, ländliche Räume und Verdichtungsbereiche im ländlichen Raum),
- Funktionskategorien für zentrale Orte (Oberzentren, Mittelzentren und Mittelbereiche) und
- Entwicklungsachsen

auszuweisen.

Fachliche Entwicklungspläne enthalten entsprechende Vorgaben zu einzelnen Bereichen der Landesplanung, z. B. Verkehr, Wirtschaft, Landschaftsplanung, Naturschutz etc. Sie bieten z. B. die Möglichkeit, freizuhaltende Flächen für Trassen oder Standorte auszuweisen und sind aus dem LEP zu entwickeln.

Regionalpläne differenzieren den LEP, z. B. indem sie Unterzentren und Kleinzentren ausweisen und die im LEP ausgewiesenen Entwicklungsachsen und Siedlungsbereiche weiter aufgliedern. Besonders bemerkenswert erscheint die Möglichkeit, in den Regionalplänen Gemeinden auszuweisen, „in denen aus besonderen Gründen, insbesondere aus Rücksicht auf Naturgüter, keine über die Eigenentwicklung hinausgehende Siedlungstätigkeit stattfinden soll". Daneben sind Standorte für besondere Funktionen auszuweisen sowie „vorsorglich freizuhaltende Bereiche für Trassen und Infrastrukturmaßnahmen". Die Regionalpläne sind von den Regionalverbänden aufzustellen, wobei die Gemeinden und Kreise, andere öffentliche Planungsträger, Nachbarstaaten sowie die Naturschutzverbände an der Ausarbeitung zu beteiligen sind. Die Regionalpläne für Baden Württemberg werden durch das Landeswirtschaftsministerium als oberste Raumordnungs- und Landesplanungsbehörde durch Genehmigung für verbindlich erklärt.

2.7.4 Raumordnungsverfahren

Raumordnungsverfahren gehören mit den Raumordnungsplänen zu den wichtigsten Instrumenten der Raumordnung in den Bundesländern. Das Instrument des Raumordnungsverfahrens wurde vor der Novelle des Raumordnungsgesetzes 1998 bereits

mehrfach in wichtigen Punkten geändert. Mit der grundlegenden ROG-Novelle ist das Raumordnungsverfahren in § 15 geregelt. Dem Raumordnungsverfahren sind zwei Prüfaufgaben auferlegt: raumbedeutsame Planungen und Maßnahmen sind untereinander und mit den Erfordernissen der Raumordnung abzustimmen. Eine Öffentlichkeitsbeteiligung kann vorgesehen werden. Die Länder Berlin, Bremen und Hamburg sind nicht verpflichtet, Raumordnungsverfahren durchzuführen.

Runkel verweist darauf, daß Raumordnungspläne und Raumordnungsverfahren in einer Wechselbeziehung zueinander stehen (Runkel 1997): „Ein dichtes Zielsystem in einem Raumordnungsplan führt zu verhältnismäßig wenigen Raumordnungsverfahren, da die Beurteilung der raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen weitgehend anhand der Ziele erfolgen kann. Soll von diesen im Einzelfall abgewichen werden, bedarf es eines Zielabweichungs- oder Planänderungsverfahrens. Enthält der Plan dagegen nur wenige Ziele, dafür aber überwiegend Grundsätze, sind Raumordnungsverfahren erforderlich, um raumbedeutsame Planungen und Maßnahmen im Einzelfall beurteilen zu können."

Auf zwei Neuerungen des Raumordnungsverfahrens ist zu verweisen. Die beiden im vorletzten Absatz bereits angesprochenen Prüfaufgaben werden als „Raumverträglichkeitsprüfung" zusammengefaßt. Die Voraussetzungen, die erfüllt sein müssen, damit im Einzelfall bei einer raumbedeutsamer Planung oder Maßnahme von einem Raumordnungsverfahren abgesehen werden kann, wurden präzisiert.

Mit Inkrafttreten des bundesweiten Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) am 1. August 1990, mit dem die Richtlinie 85/337/EWG über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten in nationales Recht umgesetzt wird, wurde für bestimmte Projekte, darunter Verkehrsprojekte, eine UVP-Pflicht eingeführt. Nach dem Kommentar zum UVPG (Handbuch Umweltverträglichkeitsprüfung) richtet sich die Umweltverträglichkeitsprüfung nach dem Raumordnungsgesetz und den einschlägigen Rechtsvorschriften der Länder. Die Regelung im UVPG sah vor, daß die im Raumordnungsverfahren ermittelten, beschriebenen und bewerteten Auswirkungen des Vorhabens auf die Umwelt im nachfolgenden Zulassungsverfahren berücksichtigt werden. Mit der Änderung des ROG im Jahr 1993 durch das Investitionserleichterungs- und Wohnbaulandgesetz wurde die UVP-Pflicht im Raumordnungsverfahren wieder abgeschafft und auch mit der Novelle zum 1. Januar 1998 nicht wieder eingeführt. Nur wenige Bundesländer, darunter Niedersachsen, sollen die freiwillige Prüfmöglichkeit umgesetzt haben (Feldt 1997). Auf einige vom UVP-Gesetz vorgesehene Hauptpunkte der Umweltverträglichkeitsprüfung wird in Abschnitt III.2.7.6 eingegangen.

2.7.5 Bauleitplanung

Das Baugesetzbuch (BauGB) faßt die bundesweiten Regelungen des Allgemeinen und Besonderen Städtebaurechts sowie der Sonstigen Vorschriften zusammen und regelt damit auch die Bauleitplanung auf der unteren, kommunalen Planungsebene (INOVAPLAN 1997). Aufgabe der Bauleitplanung ist, die „bauliche und sonstige Nutzung der Grundstücke in der Gemeinde nach Maßgabe dieses Gesetzbuches vorzubereiten und zu leiten" (§ 1 Abs. 1 BauGB).

Die Bauleitplanung wird mit Hilfe des Flächennutzungsplans (vorbereitender Bauleitplan) und des Bebauungsplans (verbindlicher Bauleitplan) ausgeübt. „Die Gemeinden haben die Bauleitpläne aufzustellen, sobald und soweit es für die städtebauliche Entwicklung und Ordnung erforderlich ist" (§ 1 Abs. 3 BauGB). Damit werden die Gemeinden durch Bundesgesetz verpflichtet, die Siedlungsentwicklung zu steuern im Sinne einer Raumordnung, deren Grundsätze durch Bund und Land formuliert werden (siehe oben die Abschnitte III.2.7.3 und III.2.7.4, die auf derzeit geltende wichtige Bundesregelungen hinweisen). Entsprechend dem Prinzip der vertikalen Abstimmung verlangt das BauGB, daß die Bauleitpläne den Zielen der Raumordnung und Landesplanung anzupassen sind.

Das Baugesetzbuch wurde 1960 konzipiert und seitdem mehrfach geändert. Änderungen der Bauleitplanung sind insbesondere im Investitionserleichterungs- und Wohnbaulandgesetz sowie im Maßnahmengesetz zum Baugesetzbuch aus dem Jahr 1993 enthalten. Diese Vorschriften sind mit der Novellierung des Baugesetzbuchs zum 1. Januar 1998 zum Teil ausgelaufen, zum Teil übernommen worden. Wichtige Regelungen des Verfahrens der Bauleitplanung einschließlich der umweltbezogenen Vorschriften werden im folgenden für die seit 1. Januar 1998 geltende Fassung des Baugesetzbuchs vorgestellt (Baugesetzbuch (BauGB) in der Fassung der Bekanntmachung vom 27. August 1997). Dies betrifft vor allem die Paragraphen 1 bis 13 des Baugesetzbuchs.

Parallel zur Änderung des Raumordnungsgesetzes (s. oben Abschnitt III.2.7.3) sollen die Bauleitpläne „eine nachhaltige städtebauliche Entwicklung und eine dem Wohl der Allgemeinheit entsprechende sozialgerechte Bodennutzung gewährleisten und dazu beitragen, eine menschenwürdige Umwelt zu sichern und die natürlichen Lebensgrundlagen zu schützen und zu entwickeln" (§ 1 Abs. 5 BauGB).

Die explizit formulierten Ziele der Bauleitplanung sind im wesentlichen die folgenden (teilweise gekürzte Wiedergabe der Sätze 1 bis 10 des § 1 Abs. 5 BauGB):

- gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse
- Erfüllung der Wohnbedürfnisse und Eigentumsbildung weiter Kreise
- Sicherung der sozialen und kulturellen Funktionen (Sport, Erholung, Bildung etc.)
- Erhaltung, Erneuerung und Fortentwicklung von Ortsteilen und Gestaltung des Orts- und Landschaftsbildes
- Denkmalschutz und -pflege

- Sicherung des Gottesdienstes und der Seelsorge öffentlich-rechtlicher Kirchen und Religionsgemeinschaften
- Beachtung der Belange des Umweltschutzes, des Naturschutzes und der Landschaftspflege
- Beachtung der Belange der Wirtschaft, der Land- und Forstwirtschaft, des Verkehrs einschließlich des öffentlichen Verkehrs, der Post und des Fernmeldewesens, Ver- und Entsorgung, Schaffung, Sicherung und Erhalt von Arbeitsplätzen
- Beachtung der Belange der Verteidigung und des Zivilschutzes
- Beachtung der Ergebnisse einer von der Gemeinde beschlossenen sonstigen städtebaulichen Planung.

Der letzte Punkt wurde neu in die Liste der Zielbereiche aufgenommen.

Der Bund überträgt die eigenverantwortliche Aufstellung der Bauleitpläne ausdrücklich den Gemeinden und fordert die Abstimmung benachbarter Gemeinden. Es gilt der Grundsatz, daß verbindliche Bauleitpläne (Bebauungspläne) aus Flächennutzungsplänen zu entwickeln sind (vertikale Abstimmung). Hierauf kann verzichtet werden, „wenn der Bebauungsplan ausreicht, um die städtebauliche Entwicklung zu ordnen" (§ 8 Abs. 2 BauGB). Prinzipiell kann unter bestimmten Bedingungen ein Bebauungsplan gleichzeitig mit oder zeitlich vor dem Flächennutzungsplan aufgestellt bzw. bekanntgemacht werden. In diesem Fall ist eine Genehmigung des Bebauungsplans erforderlich, die sonst nur für den Flächennutzungsplan erforderlich ist (§§ 10 und 8 BauGB).

Die Beteiligung der Bürger sowie der Träger öffentlicher Belange ist grundsätzlich vorgesehen. Auf die Unterrichtung und Erörterung der Bürger kann jedoch in bestimmten Fällen verzichtet werden (§ 3 BauGB). Die Beteiligung der Träger öffentlicher Belange wurde mit der letzten BauGB-Novelle neu gefaßt (§ 4 BauGB). Bei Änderungen oder Ergänzungen eines Bauleitplans kann zudem das „vereinfachte Verfahren" hinsichtlich der Beteiligung betroffener Bürger und von Trägern öffentlicher Belange angewandt werden (§ 13 BauGB).

Zur Beschleunigung des Bauleitplanverfahrens kann die Vorbereitung und Durchführung von Verfahrensschritten einem Dritten übertragen werden (§ 46 BauGB). Zudem kann die Gemeinde städtebauliche Verträge schließen, deren Gegenstand u. a. insbesondere die Vorbereitung oder Durchführung städtebaulicher Maßnahmen durch den Vertragspartner auf eigene Kosten sein kann (§ 11 Abs. 1 BauGB).

In Abschnitt III.2.7.3 wurde bereits darauf hingewiesen, daß durch Landesrecht für verdichtete Räume oder bei sonstigen räumlichen Verflechtungen das Institut eines „regionalen Flächennutzungsplans" eingeführt werden kann. Dieser übernimmt die Aufgaben eines Regionalplans und eines von mehreren Gemeinden bzw. Gemeindeverbänden getragenen Flächennutzungsplans.

Wie bereits einleitend zu diesem Abschnitt dargestellt, ist hinsichtlich der *Berücksichtigung von Umweltbelangen in der Bauleitplanung* in die BauGB-Novelle auch die Aufgabe einer nachhaltigen städtebaulichen Entwicklung aufgenommen worden (§ 1 Abs. 5 BauGB). Darüber hinaus wird im neu eingefügten § 1 a darauf verwiesen, daß bei der gerechten Abwägung der privaten und öffentlichen Belange gegeneinander und untereinander auch die Darstellung von Landschaftsplänen sowie anderer Umweltschutzfachpläne, die Eingriffsregelung nach dem Bundesnaturschutzgesetz, die Umweltverträglichkeitsprüfung und die Prüfung nach der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie der Europäischen Union zu integrieren seien. Inwieweit die planerische Praxis diese – und andere Neuerungen des BauGB im Sinne der gesetzlich erstrebten Steuerungsziele aufgreift, bleibt abzuwarten (Spannowsky/Krämer 1998).

Die Vorschrift zum naturschutzrechtlichen Ausgleich (§ 1a Abs. 3, § 5 und § 9 Abs. 1a BauGB) hebt im Gegensatz zu der bisher gültigen Regelung des Bundesnaturschutzgesetzes (§ 8a Abs. 1 BNatSchG) nicht auf einen Ausgleich im Bebauungsplangebiet ab, sondern öffnet den Weg für einen Ausgleich im gesamten Gemeindegebiet oder auch außerhalb des Gemeindegebiets, d. h. innerhalb der Region (Lüers 1997). Der neu angefügte § 135a BauGB bestimmt zudem, daß die Maßnahmen zum Ausgleich vom Vorhabenträger auf dessen Kosten durchzuführen sind und bereits vor den Baumaßnahmen und der Zuordnung durchgeführt werden können. Der Umweltrat sieht bei der räumlichen Entkoppelung sowohl positive als auch negative Aspekte, die zeitliche Entkoppelung sieht er als grundsätzlich sinnvoll an (SRU 1998, Tz. 397).

Zusammenfassend kritisiert der Umweltrat in der Textziffer 399: „Insgesamt fällt die Bewertung der Novelle zum Baugesetzbuch aus der Sicht des Naturschutzes ambivalent aus. Die Novelle strebt einen Kompromiß zwischen dem Interesse an baulicher Entwicklung und den Belangen des Naturschutzes an. Jedoch wird einerseits der institutionellen Schwäche des Naturschutzes planungsrechtlich nicht ausreichend Rechnung getragen, andererseits auch das Eigeninteresse der Gemeinden, Kreise und Regionen am Naturschutz nicht wirklich gestärkt. Die Vorschläge des Umweltrates in dieser Hinsicht (...: Verweis auf das SRU-Gutachten von 1996) sind nicht aufgenommen worden."

2.7.6 Verfahren der Umweltverträglichkeitsprüfung zur Linienbestimmung und Planfeststellung

Die *Umweltverträglichkeitsprüfung* (UVP) wurde durch das Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung vom 12. Februar 1990 als ein unselbständiger Teil verwaltungsbehördlicher Verfahren, die der Entscheidung über die Zulässigkeit von Vorhaben dienen, eingeführt (§ 2 UVPG). Auf diese Weise sollten für die in einer Anlage aufgeführten Vorhaben nach einheitlichen Grundsätzen die Umweltauswirkungen so früh wie möglich erfaßt und so früh wie möglich bei allen behördlichen Entscheidungen über

die Zulässigkeit berücksichtigt werden (§ 1 UVPG). Dies betrifft im Verkehrssektor Bau und Änderung einer Bundesfernstraße, einer Anlage der Deutschen Bundesbahn, einer Versuchsanlage für den spurgeführten Verkehr, einer Straßenbahn, einer Bundeswasserstraße sowie eines Flugplatzes (Anlage zu § 3 UVPG, Nr. 8 bis 13). Entscheidungen über die Zulässigkeit von Vorhaben können Beschlüsse über die Aufstellung, Änderung oder Ergänzung von Flächennutzungs- und Bebauungsplänen sein, aber auch Linienbestimmungen und Entscheidungen im vorgelagerten Verfahren sowie Bewilligung, Erlaubnis, Genehmigung, Planfeststellungsbeschluß und sonstige behördliche Entscheidungen in einem Verwaltungsverfahren. Soweit jeweils in einem vorgelagerten Verfahren bereits die Umweltverträglichkeit geprüft wurde, gibt es für das nachfolgende Zulassungsverfahren Kann- bzw. Sollvorschriften über die Beschränkung der weiteren Umweltverträglichkeitsprüfung auf zusätzliche oder andere erhebliche Umweltauswirkungen des Vorhabens (siehe §§ 15, 16 UVPG).

Das UVPG beschreibt die inhaltlichen Anforderungen an eine UVP in nur sehr allgemeiner Form (§ 2 Abs. 1 UVPG): „Die Umweltverträglichkeitsprüfung umfaßt die Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen eines Vorhabens auf

1. Menschen, Tiere und Pflanzen, Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft, einschließlich der jeweiligen Wechselwirkungen,
2. Kultur- und sonstige Sachgüter."

Näheres wie Kriterien und Verfahren der Umweltverträglichkeitsprüfung sowie Grundsätze für die Untersuchung über den voraussichtlichen Untersuchungsrahmen und für die zusammenfassende Darstellung der Umweltauswirkungen soll die Bundesregierung gemäß § 20 UVPG in allgemeinen Verwaltungsvorschriften festlegen. Eine Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Ausführung des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPVwV) wurde am 18. September 1995 verabschiedet. Diese Vorschrift enthält jedoch keine speziellen Vorschriften für verkehrsbezogene Vorhaben.

Das UVP-Gesetz bestimmt u. a., welche Unterlagen der Träger des Vorhabens vorzulegen hat und wie die Öffentlichkeit einzubeziehen ist (§§ 6, 9 UVPG). Anderen Rechtsvorschriften wird Vorrang gegenüber diesem Gesetz eingeräumt (§ 4 UVPG): „Dieses Gesetz findet Anwendung, soweit Rechtsvorschriften des Bundes oder der Länder die Prüfung der Umweltverträglichkeit nicht näher bestimmen oder in ihren Anforderungen diesem Gesetz nicht entsprechen. Rechtsvorschriften mit weitergehenden Anforderungen bleiben unberührt."

Das *Verkehrswegeplanungsbeschleunigungsgesetz* vom Dezember 1991 hat rd. eineinhalb Jahre nach dem Inkrafttreten des UVP-Gesetzes dessen Wirksamkeit deutlich eingeschränkt (Gesetz zur Beschleunigung der Planungen für Verkehrswege in den neuen Ländern sowie im Land Berlin in der Fassung vom 15. Dezember 1995). Danach bestimmt für Verkehrsvorhaben, die im UVP-Gesetz genannt sind und in den neuen Ländern sowie im Land Berlin neu gebaut oder geändert werden sollen, im wesentlichen der Bundesminister für Verkehr die Linienführung der Verkehrswege mit Ausnahme der Straßenbahnen und – seit dem ersten Änderungsgesetz – der Eisenbahnen des Bundes. Dieses Beschleunigungsgesetz bestimmt im wesentlichen im Hinblick auf die betroffenen Projekte, daß bei der Linienbestimmung zwar die Umweltverträglichkeit eines Verkehrswegebauvorhabens nach dem jeweiligen Planungsstand des Vorhabens geprüft werden muß, hierbei aber auf Öffentlichkeitsbeteiligung verzichtet werden kann. Die Öffentlichkeit wird erst im nachrangigen Planfeststellungsverfahren einbezogen.

Eine Plangenehmigung „kann an Stelle eines Planfeststellungsbeschlusses erteilt werden, wenn Rechte anderer nicht beeinträchtigt werden oder die Betroffenen sich mit der Inanspruchnahme ihres Eigentums oder eines anderen Rechts schriftlich einverstanden erklärt haben und mit den Trägern öffentlicher Belange, deren Aufgabenbereiche berührt werden, das Benehmen hergestellt worden ist" (§ 4 Verkehrswegeplanungsbeschleunigungsgesetz).

Die Regelungen dieses Beschleunigungsgesetzes gelten auch für die Fernverkehrswege zwischen den neuen Ländern einschließlich dem Land Berlin und den nächsten Knotenpunkten des Hauptfernverkehrsnetzes des übrigen Bundesgebiets und sind bis zum 31. Dezember 1999 befristet

Das *Planungsvereinfachungsgesetz* (PlVereinfG) wurde am 17. Dezember 1993 verabschiedet und stellt in gewisser Weise eine Ausweitung des Verkehrswegeplanungsbeschleunigungsgesetzes dar. In der Form eines Artikelgesetzes werden insbesondere bestehende Regelungen in den Planungsgesetzen für die Bereiche der Bundesbahn, der Bundesfernstraßen, der Bundeswasserstraßen, des Luftverkehrs und der Straßenbahnen verändert. Ziel war es, „nach dem Vorbild des Beschleunigungsgesetzes für sämtliche Verkehrsanlagen eine Verringerung des Planungsaufwandes sowie eine Verkürzung der Planungsdauer zu erreichen und zugleich das Planungsrecht des Verkehrsanlagenbaus zu vereinheitlichen" (Jülich 1996).

Nach diesem Gesetz findet bei der Linienbestimmung eine förmliche Umweltverträglichkeitsprüfung generell nicht mehr statt. Die *Umweltverträglichkeit* ist nur noch *im Rahmen der Abwägung* der von dem Vorhaben berührten öffentlichen und privaten Belange zu berücksichtigen. Darüber hinaus beinhaltet das Planungsvereinfachungsgesetz das Rechtsinstitut der Plangenehmigung für alle Verkehrsbereiche des alten Bundesgebiets. Dementsprechend kann – unter nicht allzu restriktiven Voraussetzungen – das Planfeststellungsverfahren mit förmlicher UVP einschließlich Öffentlichkeitsbeteiligung entfallen (Jülich 1996).

Eine *Plangenehmigung* kann *an Stelle eines Planfeststellungsbeschlusses* z. B. für den Bau einer Bundesfernstraße erteilt werden, „wenn

1. Rechte anderer nicht oder nicht wesentlich beeinträchtigt werden oder die Betroffenen sich mit der Inanspruchnahme ihres Eigentums oder eines

anderen Rechts schriftlich einverstanden erklärt haben und

2. mit den Trägern öffentlicher Belange, deren Aufgabenbereich berührt wird, das Benehmen hergestellt worden ist."

Weiterhin heißt es: „Die Plangenehmigung hat die Rechtswirkungen der Planfeststellung; auf ihre Erteilung finden die Vorschriften über das Planfeststellungsverfahren keine Anwendung" (Artikel 2 Nr. 5 PlVereinfG; betrifft § 17 Abs. 1a des Bundesfernstraßengesetzes). Zudem können in Fällen von unwesentlicher Bedeutung sowohl die Planfeststellung als auch die Plangenehmigung entfallen (Artikel 2 Nr. 5 PLVereinfG; betrifft § 17 Abs. 2 des Bundesfernstraßengesetzes).

2.7.7 Verkehrsentwicklungsplan

Verkehrsentwicklungspläne sind Pläne, die Leitlinien und Vorgaben für die Planung des gesamten Verkehrssystems enthalten. Sie werden auf Landesebene oder – seltener – auf kommunaler Ebene aufgestellt. Es gibt allerdings keine gesetzliche Verpflichtung, sie aufzustellen. Der entsprechende Plan für Baden-Württemberg ist der Generalverkehrsplan Baden-Württemberg (1995) und der für Rheinland-Pfalz das Landesverkehrsprogramm (1990). Der Generalverkehrsplan des Landes Baden-Württemberg greift Maßnahmen des Bundesverkehrswegeplans auf und weist sie mit aus. Auch am Generalverkehrsplan zeigt sich somit das Prinzip der „Aufwärtsgestaltung" in der Planung (INOVAPLAN 1997).

2.7.8 Nahverkehrsplan

Mit dem *Regionalisierungsgesetz* ist der öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV), im folgenden auch Nahverkehr genannt, zu einem neuen Kristallisationspunkt des planerischen Interesses geworden (Artikel 4 Gesetz zur Neuordnung des Eisenbahnwesens (Eisenbahnneuordnungsgesetz – ENeuOG) vom 27. Dezember 1993). Dem Regionalisierungsgesetz zufolge handelt es sich beim Nahverkehr um „die allgemein zugängliche Beförderung von Personen mit Verkehrsmitteln im Linienverkehr, die überwiegend dazu bestimmt sind, die Verkehrsnachfrage im Stadt-, Vorort- oder Regionalverkehr zu befriedigen. Das ist im Zweifel der Fall, wenn in der Mehrzahl der Beförderungsfälle eines Verkehrsmittels die gesamte Reiseweite 50 Kilometer oder die gesamte Reisezeit eine Stunde nicht übersteigt" (§ 2 Regionalisierungsgesetz). Diese Definition wurde in den meisten Nahverkehrsgesetzen der Länder übernommen und wird im Bundes-Personenbeförderungsgesetz (PBefG), dort beschränkt auf seinen Geltungsbereich, wiederholt (§ 8 PBefG in der novellierten Fassung des ENeuOG vom 27. Dezember 1993). Dem Personenbeförderungsgesetz zufolge (§ 2 PBefG) ist in den ÖPNV auch der Verkehr mit Taxen oder Mietwagen einbezogen, der die Beförderung von Personen mit Straßenbahnen, Obussen und Kraftfahrzeugen im Linienverkehr ersetzt, ergänzt oder verdichtet. Damit werden auch alternative Verkehrsangebote, wie sie in nachfrageschwachen Zeiten, z.B. als Anrufsammeltaxi, angeboten werden, in die Regelungen des PBefG einbezogen (INOVAPLAN 1997).

Die Novellierung des Personenbeförderungsgesetzes, die zum 1. Januar 1996 in Kraft getreten ist, umfaßt zwei neu eingeführte Grundprinzipien (§ 8 Abs. 3 und 4 PBefG):

- Einfluß des Nahverkehrsplans auf die Koordinierungsfunktion und die Genehmigungspraxis der Genehmigungsbehörde.

  Vom Nahverkehrsplan wird erwartet, daß er

  – vorhandene Verkehrsstrukturen beachtet,

  – unter Mitwirkung der vorhandenen Unternehmen zustandegekommen ist und

  – nicht zur Ungleichbehandlung von Unternehmen führt.

- Eigenwirtschaftlichkeit der Leistungserbringung im ÖPNV.

  – „Eigenwirtschaftlich sind Verkehrsleistungen, deren Aufwand gedeckt wird durch Beförderungserlöse, Erträge aus gesetzlichen Ausgleichs- und Erstattungsregelungen im Tarif- und Fahrplanbereich sowie sonstige Unternehmenserträge im handelsrechtlichen Sinne."

Der Nahverkehrsplan wird vom Aufgabenträger beschlossen. Als Aufgabenträger gelten die durch Länderrecht bestimmten Stellen, dies sind kommunale Gebietskörperschaften und deren Zusammenschlüsse. Der Nahverkehrsplan bildet den Rahmen für die Entwicklung des ÖPNV, er ist auf generelle bzw. konzeptionelle Vorgaben beschränkt. Bei der Kooperation der Genehmigungsbehörde gemäß dem PBefG mit dem Aufgabenträger und den Verkehrsunternehmen ist der Nahverkehrsplan zu berücksichtigen. Organisation und Durchführung des ÖPNV bleiben ebenso Sache der Verkehrsunternehmen wie Struktur und Höhe der Beförderungsentgelte.

Die Auffassungen über den erforderlichen Konkretisierungsgrad von Nahverkehrsplänen gehen weit auseinander und reichen von allgemein formulierten Zielvorstellungen bis zu einem Verkehrsentwicklungsplan für den ÖPNV mit sehr konkreten Inhalten. Das Bundesland Baden-Württemberg hat sich aus dieser Klemme durch die Trennung in den (relativ allgemeinen, aber verbindlichen) Nahverkehrsplan und den (konkreten, aber nicht verbindlichen) Nahverkehrsentwicklungsplan zumindest formal befreit (Köhler 1997).

Nahverkehrspläne werden meistens von Kreisen, kreisfreien Städten und Zusammenschlüssen hiervon erstellt und schließen somit den Schienenpersonennahverkehr aus. Die Mehrzahl der Bundesländer, darunter Baden-Württemberg, behält die Verantwortung für den Schienenpersonennahverkehr bei sich bzw. einer Landeseisenbahngesellschaft und stellt gegebenenfalls einen eigenen Schienenpersonennahverkehrsplan auf (Köhler 1996).

Es ist noch zu früh, um zu beurteilen, inwieweit das Instrument des Nahverkehrsplans zu verkehrlichen Wirkungen geführt hat bzw. voraussichtlich führen

wird. Die konkrete Ausgestaltung des Plans ist beispielsweise für Baden-Württemberg nicht vorgegeben, die Diskussion über die Rechtsfolgen eines inhaltlich detaillierten Nahverkehrsplan ist noch nicht abgeschlossen (INOVAPLAN 1997).

Zusammenfassend ist festzuhalten, daß es auf Bundes-, Landes- und Gemeindeebene verschiedene planerische Instrumente gibt, die ausschließlich oder mit einem größeren Schwerpunkt auf verkehrliche Zwecke (Verkehrswegeinvestitionen) ausgerichtet sind oder prinzipiell ausgerichtet werden könnten. Sie haben zum Teil keinen unmittelbaren Vollzugscharakter – dafür sind gesonderte Finanzierungsbeschlüsse erforderlich , zum Teil können Änderungen auch nach Abschluß eines Planungsvorgangs vorgenommen werden. Verbesserungen sind nicht nur innerhalb der einzelnen vorhandenen Planungsinstrumente, sondern auch in ihrer Verknüpfung mit Änderungen bei den anderen verkehrsbezogenen Instrumenten erforderlich. Welche Schwierigkeiten es macht, ein neues Planungsinstrument einzuführen, zeigen die ersten Erfahrungen mit dem neugeschaffenen Instrument Nahverkehrsplan.

Da planerische Instrumente – Verfahren und Pläne – grundsätzlich eine große Bedeutung haben können, ist ihnen in der zukünftigen verkehrspolitischen Gestaltung verstärkte Aufmerksamkeit zu widmen. Eine Verbesserung der institutionalisierten Verfahren und Pläne ist erforderlich. Ähnlich wie das Finanzierungsinstrumentarium ist auch das Planungsinstrumentarium nicht als Kristallisationspunkt einer zunächst kurz- bis mittelfristig angelegten Option vorstellbar. Es sollte aber – wie das Finanzierungsinstrumentarium – in langfristiger und stärker empirisch orientierten Wirksamkeits- und Folgenanalysen angemessen berücksichtigt werden.

3. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Das Kapitel „Instrumente der Verkehrspolitik" verfolgt den Zweck, einen strukturierten Überblick über die grundsätzlichen Möglichkeiten staatlicher Einflußnahme im deutschen Verkehrssektor zu vermitteln. Hierzu werden *verschiedene Instrumenttypen* unterschieden:

- Informatorische Instrumente
- Organisatorische Instrumente
- Instrumente der Selbstverpflichtung
- Ordnungsrechtliche Instrumente
- Preisliche Instrumente
- Finanzierungsinstrumente
- Planerische Instrumente

Die Diskussion führt die klassischen verkehrspolitischen und die verkehrsbezogenen umweltpolitischen Instrumente zusammen. Es werden im wesentlichen jene Instrumenttypen aufgeführt, die relativ direkt auf die Abläufe bzw. Prozesse im Verkehrssystem ausgerichtet sind. Die Ausführungen konzentrieren sich auf die charakteristischen Merkmale und Grundformen dieser Instrumente.

Sofern einzelne Instrumente konkret ausgestaltet sind, werden sie als *Maßnahmen* bezeichnet. Maßnahmen dienen der Umsetzung bestimmter übergeordneter Zielsetzungen, z. B. der in dieser Studie vorrangig zu untersuchenden Zielsetzung „Entlastung des Verkehrsnetzes und Verlagerung des Straßenverkehrs auf umweltfreundlichere Verkehrsträger". Bei den Maßnahmen kann es sich um die Einführung, Änderung, Fortführung oder auch Aufhebung von staatlichen Regelungen handeln.

Die Zusammenfassung wichtiger und möglichst aufeinander abgestimmter Maßnahmen zur Umsetzung einer bestimmten Zielsetzung ergibt in der Terminologie dieser Studie eine *Option.* Für eine übergeordnete Zielsetzung lassen sich in der Regel mehrere *alternative Optionen* bilden. Sie können nach dem jeweiligen Schwerpunkt der zur Zielerreichung herangezogenen Maßnahmen bzw. Instrumenttypen, aber auch nach dem verkehrspolitischen Hauptansatzpunkt, z. B. dem öffentlichen Personennahverkehr, bezeichnet sein. In dem letztgenannten Fall kommt es in besonderem Maße auf den koordinierten Einsatz von Maßnahmen entsprechend allen hierbei prinzipiell tangierten Instrumenten an.

Die *informatorischen Instrumente* haben *große Anwendungschancen im Verkehrssektor.* Zu ihnen gehören u. a. Parkinformationen, Umleitungsempfehlungen, Fahrgastinformationen im öffentlichen Verkehr und Anzeigen verkehrsbedingter Umweltbelastungen. Die informatorischen Instrumente können *in hohem Maße von einem zusätzlichen Einsatz der IuK-Techniken* profitieren. Option 1 in Kapitel V greift die informatorischen Instrumente als einen möglichen Hauptweg zur Erreichung der dieser Studie vorgegebenen Zielsetzung „Entlastung des Verkehrsnetzes und Verlagerung des Straßenverkehrs auf umweltfreundlichere Verkehrsträger" auf.

Die *organisatorischen Instrumente* in der in dieser Studie verwendeten Begriffsfassung haben *in Teilbereichen des Verkehrssektors bereits eine größere Bedeutung erlangt.* Sie umfassen u. a. Car-Sharing, abgestimmte Tarif- und Fahrplangestaltung mehrerer Anbieter, City-Logistik-Konzepte zur Güterendverteilung sowie den Querverbund von kommunalen Verkehrs- und Versorgungsbetrieben. Eine deutliche Ausweitung der Anwendung dieses Instrumenttyps könnte mit eine wesentliche Voraussetzung für eine erfolgreiche umweltorientierte Verkehrspolitik sein. Das organisatorische Instrumentarium dürfte jedoch nur im Verbund mit Veränderungen anderer, womöglich prägenderer Maßnahmen, so beispielsweise ordnungsrechtlicher Maßnahmen, einen wichtigen verkehrspolitischen Beitrag leisten können.

Das Instrument der *Selbstverpflichtungen* hat durchaus *schon Eingang in den deutschen Verkehrssektor gefunden.* Sie beziehen sich beispielsweise auf den durchschnittlichen spezifischen Kraftstoffverbrauch von neu zugelassenen Personenkraftwagen oder auf die Verwertung von alten Kraftfahrzeugen. Die konkreten Vereinbarungen sind allerdings zum Teil heftig kritisiert worden. Darüber hinaus dürfen grundsätzliche Schwächen dieses Instruments nicht übersehen werden. Sie betreffen vor allem die Definition

von Zielvorgaben sowie die Festlegung von Kontrollmechanismen oder Sanktionsmöglichkeiten. Das Instrumentarium der Selbstverpflichtung könnte jedoch *bei geeigneter Ausgestaltung* größere verkehrspolitische Beiträge leisten als bisher.

Das *ordnungsrechtliche Instrumentarium* im Verkehrssektor umfaßt eine sehr große Bandbreite von Vorschriften, innerhalb derer sich die beiden großen Gruppen allgemeine verkehrsbezogene und primär umweltbezogene Vorschriften – allerdings mit Überschneidungen – unterscheiden lassen. Hierzu gehören u. a. technische Regelungen für den Bau von Verkehrswegen oder die Konstruktion von Verkehrsmitteln sowie Transportgebote und -verbote einerseits und Grenzwertvorschriften für Schadstoff- und Lärmemissionen sowie die Ausweisung eigener Verkehrsflächen für den Rad- und Omnibusverkehr andererseits.

Die nicht unerhebliche Bedeutung der allgemeinen verkehrsbezogenen Vorschriften auch für die Umsetzung primär umweltbezogener Vorschriften ist offensichtlich. Das ordnungsrechtliche Instrumentarium für den Verkehrssektor kann eine wichtige unterstützende Funktion für die Anwendung des informatorischen und des organisatorischen Instrumentariums haben. Jegliche verkehrspolitische Neuorientierung dürfte darauf angewiesen sein, das Ordnungsrecht angemessen zu berücksichtigen bzw. fortzuentwikkeln. Das für den umweltpolitischen Bereich generell charakteristische Spannungsverhältnis zwischen Ordnungsrecht einerseits und den Abgaben – als Teil der sogenannten ökonomischen oder preislichen Instrumente – andererseits gilt auch für den verkehrsbezogenen Umweltschutz.

Preisliche Instrumente für den Verkehrssektor umfassen die Transportpreise von – öffentlichen – Verkehrsunternehmen sowie Abgaben auf den fließenden Verkehr und auf die Flächeninanspruchnahme durch die verkehrsbezogene Infrastruktur. Es werden für die Zwecke dieser Studie vornehmlich die Abgaben in Form der Steuern, Gebühren oder Sonderabgaben betrachtet. Wegen der strengen Anwendungsvoraussetzungen für Sonderabgaben könnte vor allem der verstärkte Einsatz von Steuern und Gebühren für verkehrspolitische Zwecke ins Auge gefaßt werden. Drastische – wenn auch über einen gewissen Zeitraum verteilte – Erhöhungen von Abgaben zur verkehrspolitischen Einflußnahme werden schon seit längerem kontrovers diskutiert. Eine entsprechende verkehrspolitische Alternative bildet die Grundlage für eine eigene Option in Kapitel V.

Hinsichtlich der *Finanzierungsinstrumente* für den deutschen Verkehrssektor ist festzuhalten, daß es eine größere Anzahl von staatlichen Finanzierungsbeiträgen gibt, deren Schwerpunkt auf der Seite des verkehrlichen Angebots liegt. Staatliche Ausgaben zugunsten des Verkehrssektors kommen sowohl den einschlägigen technologiebezogenen FuE-Tätigkeiten als auch der Investitions- und Betriebsphase bei den verschiedenen Verkehrsträgern zugute. Bund, Länder und Gemeinden sind hier je nach Verwendungszweck unterschiedlich stark engagiert.

Angesichts der generellen Lage der öffentlichen Haushalte und sonstiger möglicher Einnahmenrückgänge bei den öffentlichen Unternehmen sind Schwierigkeiten, die Finanzierungsströme in ihrer bisherigen Höhe zu halten oder gar auszubauen, unübersehbar. Die deutlich verstärkte Inanspruchnahme privater Finanzierungsmittel für Straßenbauinvestitionen erfordert entweder eine Neugestaltung der hierfür erforderlichen staatlichen Rahmenbedingungen oder einen sehr weitgehenden Rückzug des Staates aus dem Verkehrsbereich. Auf jeden Fall führt die Diskussion über private Finanzierungsmöglichkeiten gleichzeitig zu einer erheblichen Steigerung des Stellenwerts von Straßenbenutzungsgebühren als preislichen Instrumenten, da sie in diesem Fall der endgültigen Finanzierung dienen können.

Jegliche verkehrspolitische Neukonzeption wird in der einen oder anderen Form auch die Finanzierungsbeiträge des Staates verändern. Das Finanzierungsinstrumentarium wurde nicht zum Kristallisationspunkt einer einzelnen Option in Kapitel V gemacht. Es sollte aber in langfristiger und stärker empirisch orientierten Wirksamkeits- und Folgenanalysen angemessen berücksichtigt werden.

Auf Bundes-, Landes- und Gemeindeebene gibt es verschiedene *planerische Instrumente*, die ausschließlich oder mit einem größeren Schwerpunkt auf verkehrliche Zwecke (Verkehrswegeinvestitionen) ausgerichtet sind oder prinzipiell ausgerichtet werden könnten. Sie haben zum Teil keinen unmittelbaren Vollzugscharakter – dafür sind gesonderte Finanzierungsbeschlüsse erforderlich, zum Teil können Änderungen auch nach Abschluß eines Planungsvorgangs vorgenommen werden. Als planerische Instrumente werden im Rahmen dieser Studie u. a. der Bundesverkehrswegeplan, die Bauleitplanung und der Nahverkehrsplan betrachtet. Verbesserungen sind nicht nur innerhalb der einzelnen vorhandenen Planungsinstrumente, sondern auch in ihrer Verknüpfung mit Änderungen bei den anderen verkehrsbezogenen Instrumenten erforderlich. Welche Schwierigkeiten es macht, ein neues Planungsinstrument einzuführen, zeigen die ersten Erfahrungen mit dem neugeschaffenen Instrument Nahverkehrsplan.

Da planerische Instrumente – Verfahren und Pläne – grundsätzlich eine große Bedeutung haben können, ist ihnen in der zukünftigen verkehrspolitischen Gestaltung verstärkte Aufmerksamkeit zu widmen. Eine Verbesserung der institutionalisierten Verfahren und Pläne ist erforderlich. Ähnlich wie das Finanzierungsinstrumentarium ist auch das Planungsinstrumentarium nicht so sehr als Kristallisationspunkt einer einzelnen kurz- bis mittelfristig angelegten Option vorstellbar. Es sollte aber – wie das Finanzierungsinstrumentarium – in langfristiger und stärker empirisch orientierten Wirksamkeits- und Folgenanalysen angemessen berücksichtigt werden.

Abschließend sei noch einmal hervorgehoben, daß der Staat bisher vor allem mittels des Einsatzes ordnungsrechtlicher, preislicher, finanzierungspolitischer und planerischer Instrumente wichtige Aufgaben im Verkehrssektor erfüllt. Diese können jedoch

in Zukunft in veränderter Form angewandt und durch informatorische und organisatorische Instrumente ergänzt werden. Mit dem Blick in den verkehrspolitischen „Werkzeugkasten" sollte es möglich sein, die auf bestimmte Ziele ausgerichteten Vorschläge für konkrete verkehrsbezogene Maßnahmen und Maßnahmenpakete (Optionen) einzuordnen und gegebenenfalls durch weitere, wegen des Systemzusammenhangs erforderliche Maßnahmenvorschläge zu ergänzen.

IV. IuK-Techniken: Neue verkehrspolitische Gestaltungsmöglichkeiten

1. Telematik im Verkehr – Verkehrspolitische Ziele, Ansprüche und Anforderungen

Hinter dem Begriff Verkehrstelematik (Telematik im Verkehr) verbirgt sich eine große Vielfalt von Techniken und Diensten. Grundsätzlich umfaßt dieser Begriff zunächst alles, was mit Telekommunikation und Information im Verkehrswesen zu tun hat (Kunz 1996). Ein neues Element in der Entwicklung ist, daß Informations- und Kommunikations-(IuK-)Systeme im Verkehrsbereich nicht mehr nur bei solchen Verkehrsträgern eingesetzt werden, deren Betrieb schon seit geraumer Zeit untrennbar mit der Anwendung von IuK-Techniken verbunden ist, wie etwa im Luftverkehr und bei den Eisenbahnen, sondern vor allem auch im Straßenverkehr und hier insbesondere im motorisierten Individualverkehr Einzug halten. Bei den Anwendungen spannt sich der Bogen von bekannten Systemen wie Lichtsignalanlagen, Wechselverkehrszeichen oder Betriebsleitsystemen über kollektive und individuelle Verkehrsinformationssysteme bis hin zu Konzepten für ein „integriertes intermodales Verkehrsmanagement".

Die „Konjunktur" der Verkehrstelematik hat zwei Hauptursachen. Zum einen wurden und werden durch die rasante Entwicklung bei den modernen IuK-Techniken völlig neue Anwendungen und Dienste – auch in bisher aus verschiedenen Gründen nicht erschließbaren Einsatzfeldern – ermöglicht. Zum anderen werden von ihr Beiträge zur – zumindest vorläufigen – Lösung der sich aufgrund der prognostizierten Zunahme der Verkehrsmenge ergebenden Probleme erwartet. Da eine Erweiterung vor allem der Straßeninfrastruktur zur Zeit aus finanziellen, gesellschaftlichen und politischen, vor allem umweltpolitischen, Gründen nur in begrenztem Umfang durchführbar ist, wird zur optimalen und ressourcenschonenden Auslastung der vorhandenen Verkehrswegekapazitäten eine verstärkte Integration der Verkehrsträger und eine effizientere Steuerung der Verkehrsabläufe angestrebt. Neue Konzepte im Bereich des Verkehrsmanagements sollen insbesondere die spezifischen Stärken der verschiedenen Verkehrsträger in bestimmten Regionen und Situationen fördern bzw. nutzen. Hierzu sollen Verkehrstelematik-Techniken und -Dienste einen wichtigen Beitrag leisten.

Entsprechend werden hohe Erwartungen an die verkehrlichen Wirkungen des verbreiteten Einsatzes von Telematik gestellt, stellenweise wird sie als „verkehrspolitischer Tausendsassa" (Steiner . 1996) gehandelt. Einem umfassenderen Einsatz von Telematik im Verkehr wird von den verschiedenen beteiligten Akteuren – mit teilweise unterschiedlichen Schwerpunkten und Konkretisierungen – ein sehr breites Spektrum von Zielen zugeordnet:

- bessere Auslastung der vorhandenen Infrastrukturkapazitäten, Optimierung des Verkehrsflusses: überfüllte und staugefährdete Strecken entlasten (u. a. Staus und Engpässe umfahren, Suchfahrten vermeiden),
- Leistungsfähigkeit der Verkehrsinfrastruktur erhöhen,
- Vernetzung bzw. Verbund der Verkehrsträger realisieren bzw. unterstützen, Verkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger verlagern,
- Verkehrsvermeidung erreichen,
- Verkehrsnetz entlasten, Verkehr entzerren, physischen Verkehr substituieren,
- verkehrsträgerinterne Organisation verbessern (u. a. zur Rationalisierung, Kostensenkung) und Verkehrsabläufe optimieren,
- Verkehrssicherheit verbessern (z. B. vor Unfallgefahren rechtzeitig warnen, Optimierung der Mensch/Maschine-Schnittstelle im Verkehr) und
- Umweltbelastungen verringern.

Der Einsatz von Telematik im Verkehr soll also nicht nur zur Optimierung der Verkehrsträger jeweils als Einzelsysteme unter verkehrlichen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten, sondern auch zur Reduzierung ihrer Umweltwirkungen und zur Verbesserung der Verkehrssicherheit beitragen. Er soll die Verkehrsträger zudem zu einem integrierten, effizienten Gesamtverkehrssystem vernetzen. Findet man auf dieser allgemeinen Ebene noch weitgehende Einigkeit zwischen den Akteuren, so zeigt sich bei der Auswahl von Telematik-Anwendungen und deren Ausgestaltung erheblicher Dissens.

Die Erwartungen an die Wirkungen der – neuen – Verkehrstelematik sind hoch gesteckt: Die Informations- und Kommunikationstechnik soll als neues, wichtiges Gestaltungselement des Verkehrs neben die Marktordnung, die Infrastruktur und die Fahrzeugtechnik treten und eine engere Verzahnung von Fahrzeug- und Verkehrstechnik, eine bessere Kommunikation zwischen Fahrzeug und Infrastruktur sowie eine frühzeitige und verläßliche Information der Verkehrsteilnehmer und gegebenenfalls eine Lenkung des Verkehrsflusses durch die Bereitstellung von „real-time information" über das Verkehrsgeschehen erlauben. Die Hersteller und Forschungseinrichtungen, die sich der Entwicklung dieser neuen Techniken widmen, sehen hierin nicht nur einen Beitrag zur Lösung der Verkehrsprobleme, sondern auch ein erhebliches industriepolitisches Potential zur Stärkung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands. Häufig wird die Telematik sogar als eine Schlüsseltechnologie in der zukünftigen Wirtschaftsentwicklung bezeichnet. Der deutschen Industrie wird durchaus die Chance eingeräumt, auf diesem Gebiet führend zu sein. Sicher ist, daß der

weitere Einzug der Telematik in den Verkehrsbereich nicht aufzuhalten sein wird.

Für eine Beschreibung der „Telematik-Landschaft" lassen sich verschiedene Systematiken finden. Für die vorliegende Untersuchung, in der verkehrliche Effekte im Zentrum der Betrachtungen stehen sollen, wird der Schwerpunkt auf Telematik-Dienste gelegt. Solche Dienste können eine Verbesserung der Betriebsabläufe und der Organisation bei den einzelnen Verkehrsträgern sowie des gesamten Verkehrsgeschehens zum Ziel haben, andere Dienste sollen einer Verbesserung der „Informationslage" der (individuellen) Verkehrsteilnehmer über das Verkehrsangebot und die aktuelle Verkehrssituation dienen.

Für die Realisierung von Telematik-Diensten bedient man sich verschiedener technischer Systeme, dabei läßt sich ein Dienst auch mittels unterschiedlicher technischer Lösungen (im folgenden auch als Telematik-Anwendungen bezeichnet) umsetzen. Hierzu bedient man sich einer Vielzahl von Einzeltechniken, die für zu realisierende Anwendungen in unterschiedlicher Form kombiniert werden können. Viele dieser sogenannten Basistechniken befinden sich schon seit geraumer Zeit im Einsatz, häufig sind sie nicht primär für Anwendungen im Bereich der Verkehrstelematik entwickelt worden. Ohne daß hier vertiefend darauf eingegangen werden kann, ist noch festzuhalten, daß bei den Telematik-Anwendungen unterschiedliche technische Integrationsstufen existieren. Einfache Anwendungen, die bereits eigenständige Produkte sind, lassen sich miteinander zu neuen Anwendungen für neue Dienste kombinieren. Ein Beispiel dafür ist ein statisches Zielführungssystem, daß sich durch Verbindung mit einem kollektiven Verkehrsinformationssystem zu einem individuellen dynamischen Zielführungssystem ausbauen läßt.

In Abschnitt 2 dieses Kapitels wird der technische Entwicklungsstand ausgewählter Basistechniken vorgestellt. Eine Darstellung und Diskussion ausgewählter Telematik-Anwendungen und -Dienste für die verschiedenen Verkehrsträger erfolgt in den Abschnitten 3 bis 5. In Abschnitt 6 werden erste Konzepte für verkehrsträgerübergreifende Lösungen skizziert. Erfahrungen aus drei deutschen Telematik-Pilotprojekten werden in Abschnitt 7 präsentiert.

2. Entwicklungsstand ausgewählter Basistechniken

2.1 Datenerfassung

Zur Ermittlung der aktuellen Verkehrssituation sowie verkehrsrelevanter Umgebungs- und Fahrzeuginformationen müssen mit Unterstützung bordautonomer oder straßenseitiger Einrichtungen (Sensoren) zahlreiche Daten – wie beispielsweise Verkehrsdichte, Fahrzeugklassifikation (Fahrzeugmuster oder Gewicht), Wetter- und Umweltdaten, Fahrbahnzustand, Fahrzeugdaten – schnell und zuverlässig erfaßt werden. Die Datenerfassung wird in der Regel automatisiert, entweder kontinuierlich oder auf Abfrage, erfolgen. Dafür stehen zahlreiche Techniken zur Verfügung.

In die Fahrbahn eingelassene *Induktionsschleifen* sind die zur Zeit am meisten verwendeten Detektoren, in Europa haben sie einen Anteil von ca. 90%. Mit Einfachschleifen werden vor allem Fahrzeugmengen erfaßt, Doppelschleifen können sowohl der Ermittlung der Fahrzeuggeschwindigkeit oder der Fahrtrichtung als auch der Fahrzeugklassifikation dienen. Induktionsschleifen können grundsätzlich auch für bidirektionale Kommunikationsaufgaben zwischen Fahrzeug und fahrbahnseitigen Einrichtungen genutzt werden. Derartige Anwendungen wurden erprobt, konnten sich aber nicht durchsetzen. Auf den Bundesautobahnen sind – im Zusammenhang mit Verkehrsbeeinflussungsanlagen – rund 500 km mit Induktionsschleifen ausgerüstet, weitere 500 km sollen in den nächsten Jahren hinzukommen. Eine flächendeckende Anwendung ist jedoch nicht geplant.

Mikrowellensensoren/-detektoren (Radartechnik) finden sowohl Anwendung in der stationären Verkehrsdatenerfassung als auch für die Datenerfassung in Fahrzeugen. Zur kontaktlosen Verkehrsdatenerfassung, Verkehrszählung, Tunnelüberwachung oder berührungslosen Gebührenerfassung können sie stationär oder mobil eingesetzt werden. Die Radarsensoren der stationären Systeme werden über jeder Fahrbahn installiert, damit sind bei diesem System keine Arbeiten an der Fahrbahn notwendig. Mit der Inbetriebnahme neuer Verkehrsbeeinflussungsanlagen können die Detektoren auch an den vorhandenen Schilderbrücken der Wechselverkehrszeichen montiert und deren Streckenstationen mitbenutzt werden. An Bord von Fahrzeugen können Radarsensoren u.a. zur Abstandswarnung, Abstandsregelung oder Hinderniserkennung eingesetzt werden.

Drucksensoren/-detektoren werden in Verbindung mit Weigh-in-Motion-Systemen zur Verkehrsdatenerfassung in der Fahrbahnoberfläche eingelassen. Je nach Ausführung können im fließenden Verkehr gleichzeitig Verkehrsmenge, Fahrzeugklasse, Geschwindigkeit, Länge, Achsabstand, Fahrzeuggewicht und Fahrzeugabstand erfaßt werden. Die dynamische Gewichtserfassung kann unter anderem für Erhebungen zu statistischen Zwecken, zur Umsetzung ordnungsrechtlicher Maßnahmen (z.B. Gewichtsbeschränkungen) und zur gewichtsabhängigen Gebührenerhebung eingesetzt werden.

Laserdetektoren werden zur berührungslosen Verkehrsdatenerfassung eingesetzt. *Passiv-Infrarot-Detektoren* können speziell zur weitreichenden Erfassung von Fahrzeugen eingesetzt werden. Mögliche Einsatzgebiete für *Kameras mit Bildverarbeitungscomputer („Rechnersehen")* sind Beobachtung des Fahrers (z.B. Einschlafwarnsystem), Spurhalten, Kollisionsvermeidung, Abstandsüberwachung, Hinderniserkennung (z.B. Rücksetzhilfen), Totwinkelüberwachung und Verkehrszeichenerkennung.

Fahrzeugsensoren (Beschleunigungssensoren, Temperatursensoren etc.) liefern automatisch einem Fahrzeugrechner die notwendigen Informationen über Geschwindigkeit, Fahrzeugabstand, Straßenzustand

oder Sichtweite, die in Fahrzeugdiagnose- und Fahrzeugmanagementsystemen weiterverarbeitet werden und zur besseren sowie sicheren Fahrzeugsteuerung beitragen.

Lokale Wetterdaten (Temperatur, Wind, Luftfeuchtigkeit, Nebel, Eisbildung) oder wechselnde Lichtverhältnisse können mit speziellen *Wetter- und Umfeldsensoren* sowie Fahrbahnsensoren erfaßt werden. Für die Bundesrepublik wurde das Straßenzustands- und Wetter-Informations-System (SWIS) entwickelt, das u. a. Glättemeldeanlagen in den Autobahnmeistereien mit Meßstationen an den Bundesautobahnen sowie ein rechnergesteuertes Telekommunikationssystem für den Austausch der Daten und Informationen zwischen den Meßstellen an der Autobahn, den Wetterämtern und den Autobahnmeistereien umfaßt. Nach erfolgreichen Versuchen soll SWIS auf den Bundesautobahnen bundesweit stufenweise eingeführt werden. Für den Aufbau des Telekommunikationssystems und für die Verdichtung und Aufrüstung des Meßstellennetzes der zum Teil schon vorhandenen Glättemeldeanlagen stellt das Bundesministerium für Verkehr den Ländern seit 1995 gesondert Haushaltsmittel zur Verfügung.

Eine genaue, mit hoher Verfügbarkeit realisierbare Positionsinformation ist unerläßliche Voraussetzung für die Realisierung vieler neuer Telematikdienste.

Terrestrische Funkortungsverfahren auf Basis der Hyperbelortung existieren schon seit längerer Zeit. Die bekanntesten Verfahren sind LORAN C, DECCA und OMEGA. Der Betrieb dieser Systeme erfordert erheblichen gerätetechnischen Aufwand auf Seiten der Sendestationen und verursacht hohe Betriebskosten. Aufgrund der begrenzten Genauigkeiten (unter günstigen Umständen 200 m bei DECCA, bis zu 4000 m bei OMEGA), der eingeschränkten Bedeckung und der funktechnischen Probleme der Systeme haben sie für die Ortsbestimmung und Navigation von Straßenfahrzeugen keine praktische Bedeutung erlangt.

Satellitengestützte Dienste stellen wegen der geringen Infrastrukturaufwendungen und der inzwischen vergleichsweise niedrigen Gerätepreise wohl die kostengünstigste Lösung zur Positionsbestimmung dar. Die satellitengestützte Positionsbestimmung geht auf militärische Entwicklungen zurück. Bereits 1960 wurde von der US-Navy ein Satellitennavigationssystem mit der Bezeichnung TRANSIT in Betrieb genommen. das seit 1967 auch von zivilen Verkehrsteilnehmern benutzt wurde. In der ehemaligen Sowjetunion wurde – als Äquivalent zu TRANSIT – das System TSIKADA entwickelt und eingesetzt.

In vielen neuen Telematikdiensten kommt dem derzeit modernsten zur Verfügung stehenden Satellitennavigationssystem *NAVSTAR-Global Positioning System, kurz auch nur als GPS bezeichnet,* die Rolle einer Schlüsselkomponente zu. Moderne Systeme zur Verkehrstelematik, wie etwa Fahrzeugnavigation oder einige Verfahren zur elektronischen Mauterhebung, haben vielfach erst durch den Einsatz von GPS in Fahrzeugen einen erheblichen Innovationsschub erhalten. GPS wird mittlerweile in einer Vielzahl von Fahrzeugapplikationen eingesetzt.

GPS wurde vom US-amerikanischen Militär installiert, um weltweit genaue Positionsinformation für Zwecke der militärischen Navigation zur Verfügung zu haben. Es besteht aus 24 auf kreisförmigen Orbits in 20 000 km Höhe befindlichen, gleichmäßig auf sechs Bahnebenen verteilten aktiven Satelliten, die wiederkehrend Daten bezüglich ihrer Identifikation und Position sowie die genaue Zeit auf zwei Frequenzen ausstrahlen. Dazu werden Mikrowellen im Dezimeterbereich verwendet, die sich gradlinig und fast ideal ausbreiten. Sie werden in der Atmosphäre wenig gedämpft, Wolken stören die Übertragung kaum, weshalb die Signale bei jedem Wetter zu empfangen sind. Bei unverstelltem Horizont gibt es auf jedem Punkt der Erdoberfläche Sichtlinien zu mindestens vier Satelliten. Durch hohe Gebäude, Industrieanlagen, Brücken und dichte Bäume werden vor allem bei ungünstigen geometrischen Satellitenkonstellationen die GPS-Signale abgeschattet bzw. reflektiert, auch in Tunneln sind sie nicht zu empfangen. Darum kann es insbesondere in dicht bebautem oder hügeligem Terrain zu Ausfällen der Positionsinformation kommen. Daher ist für solche Verkehrsanwendungen, bei denen aus Gründen der Funktionssicherheit und Verfügbarkeit des Positionsbestimmungssystems ein zeitweiser Signalverlust nicht tolerabel ist, zusätzlich zum GPS-Empfänger eine weitere Positionsbestimmungshilfe im Fahrzeug einzubauen (z. B. Radsensoren, Koppelortung).

Von GPS werden zwei Signale ausgesandt. Aus der Messung von Signallaufzeit, Phasen- und Dopplerverschiebung der Signale läßt sich die derzeitige Position des jeweiligen GPS-Empfängers bestimmen. Für eine 3D-Positionsbestimmung ist der Empfang von mindestens vier Satelliten notwendig. Soll nur eine 2D-Positionsbestimmung durchgeführt werden, also die Höhe des Empfängers nicht berechnet werden, so reicht bereits der Empfang von drei Satelliten. Anhand der Satellitenbahnen ist sichergestellt (und wird seit Erreichen der Initial Operational Capability (IOC) auch garantiert), daß in Deutschland zu jedem Zeitpunkt mindestens fünf Satelliten oberhalb von 5 Grad über dem Horizont sichtbar sind.

Militärische GPS-Empfänger demodulieren beide GPS-Signale und berechnen aus der Laufzeit die Entfernungen zwischen Antenne und den jeweiligen Satelliten. Für die zivile Nutzung steht nur eine Frequenz zur Verfügung. Die Signale für militärisch genutzte Empfänger (P-Code) haben eine höhere Auflösung und reduzieren die Ortungsfehler auf weniger als 5 Meter, die Signale für zivile Nutzung (C/A-Code) haben eine Fehlertoleranz von etwa 30 bis 40 Metern. Nachdem es Wissenschaftlern gelungen war, mittels spezieller Techniken mit dem Zivil-Signal Genauigkeiten von einigen Millimetern zu erreichen, wurde dieses – unter anderem durch ungenaue Angaben zur Bahn und zur Bordzeit des Satelliten – künstlich verschlechtert. Mit diesem als „selective availability (SA)" bezeichneten Verfahren wurde die zivil erreichbare Präzision auf 100 m in horizontaler und 150 m in vertikaler Richtung mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % reduziert. Für manche Anwendungen werden diese Genauigkeiten nicht ausreichend zu sein. Mit Hilfe eines DGPS-Systems oder

durch entsprechend intelligente Algorithmik kann die Ortungsgenauigkeit erhöht werden

Das *differentielle GPS (DGPS)* baut auf der Erkenntnis auf, daß einige der – sowohl durch natürliche und technische Bedingungen verursachten als auch künstlich erzeugten – Meßfehler bei zwei Empfängern mit geringem Abstand die gleichen Abweichungen erzeugen. Steht nun einer davon – als Referenz – auf einer bekannten (festen) Position, kann man Korrekturen angeben und die Werte für die Genauigkeit des zweiten Empfängers auf deutlich weniger als zehn Meter verbessern. Die Genauigkeit des DGPS hängt insbesondere von der Entfernung der Referenzstation vom Fahrzeug ab. So können bei Entfernungen von hundert Kilometern immer noch Genauigkeiten von unter 5 Meter erzielt werden. Da zur Navigation Positionsdaten in Echtzeit benötigt werden, müssen die Korrekturdaten von der Referenzstation sofort zum (mobilen) Navigationsempfänger übertragen werden, wozu man sich terrestrischer Sender bedient.

Für die Übertragung der Korrekturdaten stehen verschiedene Übertragungsmedien zur Verfügung. Für die Fahrzeugnavigation scheint eine Übermittlung der Korrekturdaten im Rahmen der UKW-Rundfunkprogramme über RDS-Datenfunk empfehlenswert. Der Aufwand ist hierbei relativ gering, weil bestehende Sende- und Empfangsanlagen genutzt werden können. Zudem könnten die DGPS-Korrekturen zusammen mit andereren Verkehrsinformationen digital vom Autoradio an das Navigationssystem weitergeleitet werden. Unter der Bezeichnung ALF (Accurate Positioning by Low Frequency) ist seit Januar 1997 in Deutschland ein neuer Funkdienst verfügbar. Bei diesem Realtime-Differential-GPS werden am Ort des Senders ermittelte Korrekturdaten sowie Tendenzangaben für die sichtbaren Satelliten über Langwelle ausgestrahlt. Die Daten werden alle drei Sekunden aktualisiert, so daß auch dynamische GPS-Anwendungen realisierbar werden. Der DGPS-Dienst ALF ermöglicht Ortungsgenauigkeiten im Meterbereich.

Betriebserfahrungen und statistische Daten über die Leistungsfähigkeit von GPS-Empfängern in Kraftfahrzeugen allein und in Verbindung mit anderen Sensoren wurden in einer Reihe von Forschungs- und Experimentalprogrammen gesammelt. Die Erfahrungen aus verschiedenen Projekten zeigen, daß bereits mit dem normalen GPS gute Ergebnisse möglich sind. Da die Verwendung von DGPS einen zusätzlichen Datenweg zum Fahrzeug benötigt, der sowohl zusätzliche Empfängerelektronik als auch oftmals Übertragungsgebühren erfordert, können durch Verzicht auf DGPS Kosten reduziert werden. So konnte in dem Mannesmann-System ROBIN (Road Billing Net) zur automatischen Gebührenerhebung auf Autobahnen bereits durch Nutzung von GPS in Zusammenhang mit einer ausgefeilten Algorithmik sichergestellt werden, daß Fahrzeuge auf Straßen, die parallel zu einer gebührenpflichtigen Autobahn verlaufen, nicht mit Gebühren belastet werden. In einem anderen Projekt konnte demonstriert werden, daß durch eine ausgefeilte Algorithmik auch die Navigation in Innenstädten mit der Genauigkeit eines normalen GPS möglich ist. Eine weiteres interessantes Ergebnis aus den durchgeführten Projekten ist der Nachweis, daß die Verfügbarkeit der Positionsinformation sehr hoch ist. So traten auch in schwierigen Umgebungen (z. B. Straßenschluchten in Innenstädten) nur relativ wenige Probleme auf. Ein wichtiger Punkt dabei ist eine sehr kurze Reakquisitionszeit des Empfängers; das ist die Zeit, die ein Empfänger benötigt, um einen verlorenen Satelliten durch einen anderen Satelliten zu ersetzen und wieder Positionsberechnungen durchzuführen. Als zusätzlich hilfreich und in den meisten Fällen auch ausreichend hat sich eine einfache Koppelnavigation unter Zuhilfenahme des Tachosignales erwiesen. Möglich ist auch eine Einbeziehung eines einfachen Richtungssensors (Gyro) in die Koppelnavigation, um auch für längere Strecken die Position hochrechnen zu können. Die Wichtigkeit dieser zusätzlichen Signale wird aber meist überschätzt. Wirklich notwendig sind diese nur, wenn auch ohne Satellitenempfang (z. B. im Tunnel) eine Position benötigt wird (PROTIME 1997).

Die USA wollen zumindest bis zum Jahr 2005 keine Lizenzkosten für die Nutzung von GPS verlangen, da ihr eigener volkswirtschaftlicher Nutzen aus der Kommerzialisierung der GPS-Technologie sehr groß ist. Offen ist derzeit, inwieweit GPS dem zivilen Nutzer tatsächlich permanent zur Verfügung stehen wird. Zwar steht das zivile Signal kontinuierlich zur Verfügung, und es existieren Aussagen amerikanischer Militärs, auch im Krisenfall nur lokale Bereiche auszuschalten. Auch hat der Präsident der Vereinigten Staaten in seiner Erklärung zur zukünftigen GPS-Politik im März 1996 mitgeteilt, daß man den „GPS Standard Positioning Service" für friedliche zivile, kommerzielle und wissenschaftliche Nutzung auf kontinuierlicher, weltweiter Basis weiterhin frei von direkten Nutzerentgelten bereitstellen wird. GPS und US-regierungseigene Zusatzsysteme sollen den Nationalen Kommandobehörden unterstellt bleiben. Das Verteidigungsministerium wird das Basis-GPS betreiben und unterhalten. Es soll einen „Standard Positioning Service", der ständig weltweit verfügbar sein wird, sowie einen „Precise Positioning Service" für die Nutzung durch das US-Militär und andere autorisierte Nutzer unterhalten sowie Maßnahmen entwickeln, um die feindliche Nutzung von GPS und seiner Zusatzsysteme zu verhindern und damit sicherzustellen, daß die Vereinigten Staaten einen militärischen Vorteil behalten, ohne die zivile Nutzung übermäßig zu unterbrechen oder zu verschlechtern.

Ob diese Abhängigkeit von militärischen Erwägungen allerdings zu einer Systemverfügbarkeit führen wird, die ausreicht, ganze Verkehrsleit- und -managementsysteme sowie Road-Pricing-Konzepte mit GPS als wesentlicher Komponente betreiben zu können, bedarf noch einer Klärung. Ein provisorisches Warnsystems aus zwei herkömmlichen Kommunikationssatelliten soll nach EU-Plänen daher ab 1999 die Qualität der GPS-Signale überwachen. Offen bleibt auch die sicherheitspolitische Dimension eines jeden hochpräzisen offenen satellitengestützten Positionierungssystems: Ein für jedermann verfügbares

hochgenaues Positionierungssystem steht grundsätzlich auch fremdem Militär und anderen sicherheitskritischen Gruppierungen zur Verfügung.

Rußland verfügt mit GLONASS (Global Navigation Satellite System) über ein dem GPS weitgehend vergleichbares, jedoch nicht voll damit kompatibles System. Es wurde seit 1982 aufgebaut und 1993 offiziell in Betrieb genommen. Das GLONASS-System wird von den russischen Weltraum-Streitkräften als Systemoperateur für die Regierung der Russischen Föderation betrieben. Es besitzt zwei verschiedene Navigationssignale, ein normalpräzises und ein hochpräzises. Die Dienste der normalpräzisen Positions- und Zeitbestimmung sind allen zivilen GLONASS-Nutzern ständig und weltweit zugänglich. Im März 1995 wurde von der Regierung der Russischen Föderation ein Dekret zur „Durchführung von Arbeiten unter Verwendung des Satellitennavigationssystems GLONASS zum Nutzen von zivilen Anwendern" erlassen. Demnach sollen die Dienste von GLONASS neben russischen Nutzern auch ausländischen zivilen Nutzern angeboten werden. Zugleich soll ein nationales Programm zur Nutzung von GLONASS für zivile Zwecke, einschließlich der Entwicklung und Herstellung der erforderlichen Geräte, ausgearbeitet werden.

Um den Unsicherheiten über die Verfügbarkeit von GPS zu begegnen, wird derzeit diskutiert, ein – höchst zuverlässiges und genaueres – ziviles satellitenbasiertes Positionierungssystem, vorzugsweise unter internationaler Kontrolle, zu schaffen. Im Dezember 1994 beschloß die EU die Beteiligung am Aufbau eines solchen Systems, das unter der Bezeichnung GNSS (für Global Navigation Satellite System) firmiert. Die erste Stufe (GNSS 1) sieht die Entwicklung und Installation von Zusatzsystemen vor, die der Verbesserung von GPS dienen. GNSS 2 zielt auf ein völlig neues Satelliten-Navigationssystem. Das Projekt soll unter anderem eine höhere Genauigkeit der Posititionsbestimmung, die Übertragung von Zusatzinformationen sowie die permante Empfangsmöglichkeit auch im Stadtbereich sicherstellen. Dazu sind zum einen verbesserte Signalstrukturen, zum anderen aber auch mehr Satelliten notwendig. Diskutiert wird die Verbindung des Positionierungssystems mit den in den nächsten Jahren geplanten Systemen für eine vereinfachte Satellitenkommunikation. Allerdings wird sich die Einrichtung des Systems vermutlich um mehrere Jahre verzögern, da seine Finanzierung strittig ist.

Die technologischen Grundlagen für ein eigenständiges regionales europäisches Satellitennavigationssystem (ENSS; European Navigation Satellite System) für zivile Anwendungen, das mit dem amerikanischen GPS und dem russischen System GLONASS kompatibel sein soll, werden derzeit von der Deutschen Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR), der Daimler-Benz AG und der Daimler-Benz Aerospace AG (DASA) erarbeitet. Ein solches System soll aus zwölf Satelliten auf sogenannten inklinierten geosynchronen Bahnen bestehen, drei zusätzliche Satelliten sollen die Verfügbarkeit der Signale verbessern. Garantiert werden soll der jederzeitige Empfang von mindestens sechs Satelliten, die Positionsbestimmungen auf fünf Meter genau ermöglichen. Das Konzept zielt vor allem auf eine Verbesserung der Genauigkeit und Verfügbarkeit von Positionssignalen für Anwendungen in der Luftfahrt ab, soll aber auch für Anwender im bodengebundenen Verkehr Verbesserungen bringen. Bis zur Einsatzreife soll das System rund 2,1 Mrd. DM kosten. Langfristig wird ein System angestrebt, daß zugleich mit anderen Kommunikations- und Informationsdiensten kombiniert werden kann.

2.2 Datenübermittlung

Für die Übermittlung von Daten stehen grundsätzlich zwei verschiedene Wege zur Verfügung: Festnetze und Mobilkommunikation. An dieser Stelle nicht weiter dargestellt werden soll die Übertragung in *Festnetzen*. Die Signalübertragung zwischen Detektoren, Streckenstationen, Rechnerzentralen und Anzeigeeinheiten kann über ein geeignetes Kabel, z. B. ein Telefonkabel, geschehen. Die Straßenbauverwaltungen verfügen zudem über eigene Kabelnetze.

Techniken zur *Mobilkommunikation* sind unabdingbare Voraussetzung für die Übertragung von Informationen zwischen Fahrzeugen untereinander bzw. zwischen Fahrzeugen und ortsfesten Einrichtungen. Der Begriff Mobilkommunikation umfaßt verschiedenartige technische Ausprägungen, denen die Eigenschaft gemeinsam ist, den Austausch von Informationen (d. h. Sprache und/oder Daten) zwischen Geräten bzw. Personen zu ermöglichen, wobei mindestens ein Partner nicht ortsgebunden ist.

Grundsätzlich lassen sich Kommunikationstechniken unterscheiden in solche, die nur für die Einwegkommunikation (in der Regel von einer externen Quelle zum Fahrzeug) geeignet sind, und solche, mit denen eine Zweiwegkommunikation, also ein echter Informationsaustausch zwischen Einrichtungen möglich ist (im Verkehrsbereich bei den meisten heute diskutierten Konzepten zwischen fahrzeugseitigen und infrastrukturseitigen Einrichtungen, denkbar ist aber auch die Kommunikation zwischen fahrzeugbasierten Systemen mehrerer Fahrzeuge). Zu den Systemen der Einwegkommunikation zählen beispielsweise der konventionelle Verkehrsfunk, RDS-TMC, DAB und GPS, für die Zweiwegkommunikation geeignet sind unter anderem Bakensysteme (Infrarot, Mikrowelle) oder Zellularfunk (Mobilfunk, GSM).

Ebenfalls von großer Bedeutung sind die unterschiedlichen Übertragungsraten der verschiedenen Systeme. Der geringen Datenrate im Fall der unidirektionalen Rundfunkübertragung steht eine hohe Datenrate bei Nahbereichskommunikations-Einrichtungen mit Mikrowelle oder Infrarotbaken gegenüber (Kühne/Langbein-Euchner 1996).

Als Systeme der Nahbereichskommunikation stehen heute Bakentechniken (Infrarot/Mikrowelle) sowie Induktionsschleifen zur Verfügung. Letztere sollen – da sie keine nennenswerte Bedeutung erlangt zu haben – hier nicht weiter behandelt werden.

Eine elektronische Bake ist ein Sender/Empfänger kleiner Reichweite, der mit einem Fahrzeug, das über

Tabelle IV-1.1

Verfahren für die Kommunikation Fahrzeug-Infrastruktur

	lokal	*regional*	*national*	*supra-national*
konventioneller Verkehrsfunk (ARI)		●	○	
RDS-TMC	○	●	○	○
DAB/Digital Radio	○	●	○	○
Baken (Infrarot)	■			
Baken (Mikrowelle) ..	■			
Zellularfunk ...		■	□	□
Satellitenkommunikation ...	□	□	■	■

Zeichenerklärung:
● Für Einwegkommunikation gut geeignet;
○ Einsatz für Einwegkommunikation möglich;
■ Für Zweiwegkommunikation gut geeignet;
□ Einsatz für Zweiwegkommunikation möglich.

eine entsprechende Ausrüstung verfügt, definierte Signale bidirektional austauschen kann. Es werden ständig sendende (Transmitter-) und nur auf Abfrage vom Fahrzeug reagierende (Transponder-)Baken unterschieden. Für die Nahbereichskommunikation (mit Entfernungen von in der Regel weniger als 10 m) werden sehr kleine, nicht überlappende Gebiete von einer Bake versorgt. Diese Baken können am Straßenrand aufgestellt oder an Signalbrücken über der Fahrbahn montiert werden. Als Übertragungsmedien finden Mikrowellen (v.a. im 5,8-GHz-Band, aber auch in anderen Frequenzbereichen) sowie Infrarot (bei Wellenlängen zwischen 850 und 900 nm) Anwendung.

Bakensysteme ermöglichen durch die sehr kleinen Kommunikationszonen einen echtzeitfähigen, punktgenauen Kommunikationsdienst zwischen Fahrzeugen und Infrastruktur, mit dem sich eine Korrelation zwischen Kommunikation, Fahrzeugdetektion und Positionsbestimmung herstellen läßt. Dabei ist zur genauen Positionsbestimmung keine zusätzliche Ausrüstung erforderlich. Allerdings erfordern die kleinen Kommunikationszonen sowie die hohen erlaubten Geschwindigkeiten der Fahrzeuge eine im Vergleich zu anderen Kommunikationstechniken deutlich höhere Datenübertragungsrate.

Bakennetze werden primär für die Übertragung bzw. den Austausch von punkt- und flächenbezogenen Daten verwendet. Beim ÖPNV senden die Fahrzeuge Datentelegramme zur Fahrzeugidentifikation an die Ortsbaken, die an den Haltestellen angebracht sind, oder fordern direkt von den Lichtsignalanlagen (LSA) Grünphasen an bzw. werden von den LSA-Baken erfaßt, um die Grünphase einzuleiten. Strategische Punkte für die Positionierung von Baken können weiterhin Ein- oder Ausfahrten von Parkhäusern, Straßenkreuzungen, Mautstellen u. ä. sein.

Für eine Fahrzeug-Positionsbestimmung können Baken eine codierte Positionsmeldung des Bakenstandortes senden, die im Fahrzeug-Navigationsrechner als genau definierter Ist-Wert übernommen wird.

Baken können auch dazu verwendet werden, die zwischen Fahrzeugen und Zentrale auszutauschenden Daten zu sammeln, zwischenzuspeichern und vor Weitergabe vorzuverarbeiten (sog. „intelligente" Baken). Auf diese Weise lassen sich die Datenmengen reduzieren, um dadurch Übertragungskapazität einzusparen. Die Sender/Empfänger für Kurzstrecken-Bakenkommunikation (< 100 m) sind erheblich einfacher und preiswerter als Übertragungseinrichtungen für große Entfernungen.

Für die großräumige Kommunikation stehen mehrere technische Lösungen zur Verfügung.

Die Übertragung von *Verkehrsmeldungen über den öffentlichen Rundfunk* ist heute weit verbreitet. Der Rundfunk stellt derzeit für die Verkehrsinformation die kostengünstigste Lösung dar, allerdings läßt sich über ihn nur eine *Einwegkommunikation* realisieren. Bislang werden Verkehrsmeldungen als gesprochene Nachrichten im Rundfunkprogramm verbreitet, dabei werden die laufenden Rundfunksendungen u. U. unterbrochen. Mittels des Systems ARI/ARIAM (Autofahrer-Rundfunk-Information), das vom UKW-Hörfunk in den deutschsprachigen Ländern seit mehr als 20 Jahren genutzt wird, werden die Verkehrsmeldungen elektronisch gekennzeichnet und können so – beispielsweise bei Nutzung des Kassettenteils oder bei stummgeschaltetem Radio – mit Vorrang wiedergegeben werden. Auch die Kennzeichnung von Verkehrsinformationen für eine Speicherung in einem digitalen Sprachspeicher, aus dem diese bei Bedarf abgerufen werden können, läßt sich dadurch realisieren.

Dieses Verfahren stößt heute an seine Grenzen, häufig werden seine mangelnde Aktualität und Effektivität beklagt. Nach Aussagen der Schweizer Automobilverbände sind etwa 30% aller Verkehrsfunkmeldungen irrelevant, da sie fehlerhaft oder bereits bei Ausstrahlung überholt sind (Kunz 1996). Mit dem Verkehrsdienst *„Radio Data System/Traffic Message Channel" (RDS/TMC)* soll wenigstens ein Teil dieser Probleme behoben werden, indem die im Rundfunkverkehrsstudio eingehenden Informationen sofort und ohne Unterbrechung des laufenden Programms fortlaufend gesendet werden. RDS/TMC ist ein Service innerhalb des 1987 von den europäischen Rundfunkanstalten eingeführten einheitlichen Radio Data System (RDS). Hier werden zusätzlich zum analogen UKW-Hörfunkprogramm unhörbar digitale Codes für vielfältige Servicefunktionen wie Senderkennzeichen, Programmkennzeichen, alternative Frequenzen u. a. übertragen. Dieses System ist auch vorbereitet für eine Servicefunktion TMC (Traffic Message Channel), die der Ausstrahlung digitalisierter Verkehrsinformationen dient. Die Verkehrsdaten werden nach dem europaweit abgestimmten ALERT-C- und ALERT-C-Plus-Protokoll codiert, so daß sie zwischen den Meldestellen und den Rundfunkanstalten grenzüberschreitend über eine standardisierte Datenfernübertragung übertragen werden können.

Innerhalb von TMC lassen sich kontinuierlich bis zu 60 codierte Verkehrsmeldungen pro Minute ausstrahlen. Nach einem „Catalog of Events" werden alle Meldungen auf etwa 800 Codeworte zurückgeführt, mit denen etwa 2000 sinnvolle Verbindungen zur Beschreibung des Verkehrs gebildet und standardisiert wurden. Zudem werden die Straßenabschnitte und die Fahrtrichtung, für die die Meldung gilt (die sogenannten Location Codes), angegeben. Einschließlich weiterer Informationen (Codierung der Ländernamen Europas, Steuerung des Ablaufs) erreicht jede Meldung eine Gesamtlänge von 37 bit. Regionale Verkehrsleitzentralen senden die codierten Meldungen an die Verkehrsfunksender. Die Sendeanstalten verbreiten dann diese Meldungen permanent über den TMC-Kanal.

Im Empfänger wird die Information gespeichert und den Codeworten wieder der Langtext der ursprünglichen Verkehrsmeldung zugeordnet. Ein Sprachprozessor erzeugt den Wortlaut der Meldung, die dann über Lautsprecher wiedergegeben wird. Die Meldungen können jederzeit und in verschiedenen Sprachen abgerufen werden. Dies heißt insbesondere auch, daß Verkehrsteilnehmern im europäischen Ausland Verkehrsmeldungen in ihrer Landessprache zur Verfügung gestellt werden. Dem mit RDS/TMC-Decodern ausgerüsteten Verkehrsteilnehmer können auf Wunsch – mittels im TMC-Kanal vorgesehener Kodierungsverfahren und Selektion im Fahrzeugempfänger – ausschließlich solche Meldungen hörbar gemacht werden, die für ihn (orts-, zeit- und inhaltsbezogen) relevant sind („RDS/TMC-Filter"). Da die Location Codes im wesentlichen auf Autobahnen und Bundesstraßen beschränkt sind, ist eine Weitergabe von Staumeldungen für andere Streckennetze über RDS-TMC gegenwärtig jedoch nicht möglich. Auch die Übertragung von nicht codierten oder aus den Codeworten sinnvoll zusammensetzbaren Freitextmeldungen, beispielsweise die Information über außergewöhnliche Ereignisse und diesbezügliche Warnungen, ist nicht realisierbar. Dies bedeutet eine partielle Einschränkung der Funktionalität und Flexibilität gegenüber dem Sprach-Rundfunk.

Die digitalen Verkehrsinformationen können in weitere bordeigene Instrumente, beispielsweise Navigationssysteme oder Bordrechner, eingespeist und dort über Bildschirm ausgegeben oder zur Berechnung einer verkehrsangepaßten Routenempfehlung weiterverarbeitet werden. Neben den On-board-Systemen sollen auch mobile Einheiten, wie Laptops oder Pocket-Terminals, zur Verkehrsinformation genutzt werden können. Die Machbarkeit und der Nutzen eines solchen Verkehrsinformationssystems wurden europaweit in mehreren umfangreichen Feldversuchen untersucht.

In Zukunft soll der analoge UKW-Hörfunk durch den weit weniger störanfälligen und bessere Tonqualität gestattenden digitalen Hörfunk (*DAB – Digital Audio Broadcasting; seit kurzem auch als Digital Radio bezeichnet*) ergänzt werden. DAB erlaubt aufgrund seines transparenten Datenstroms neben dem Empfang von Hörfunk – dem ursprünglichen Entwicklungsziel – auch die Übertragung von Texten, Daten und (bewegten) Bildern. Zusatzdiensten sind wegen der gegenüber UKW-basierten Diensten deutlich höheren Datenübertragungsrate im DAB von 1,7 Mbit/s erheblich erweiterte Möglichkeiten eröffnet. So kann ein dem RDS-TMC analoger Dienst auch hier realisiert werden, zusätzlich ist die Ausstrahlung von grafischen Verkehrsinformationen (z. B. von Straßenkarten unterschiedlicher Auflösung mit Stau-, Baustellen-, Park- oder P+R-Informationen) möglich.

Datendienste werden bei DAB nach dem Nutzinhalt der Information unterschieden. Es gibt prinzipiell drei Arten von Datendiensten: Programmbegleitende Dienste (PAD – Programme Associated Data), programmunabhängige Datenrundfunkdienste (Non-PAD) und Zusatzdienste für geschlossene Benutzergruppen (CA – Conditional Access). Programmbegleitende Dienste (PAD) sind Informationen, die in direktem Zusammenhang zum ausgestrahlten Audioprogramm stehen und in der Regel im Verantwortungsbereich des entsprechenden Rundfunkanbieters liegen, wie zum Beispiel die bekannten Dienste aus dem Radio-Daten-System RDS. Daneben sind zahlreiche weitere Dienste denkbar, etwa Standbilder oder Schlagzeilen zu den Hörfunknachrichten. Unter den Begriff Datenrundfunk fallen all die Dienste, die zwar auch an die Allgemeinheit gerichtet sind, jedoch in keinem direkten Zusammenhang zum Audioprogramm stehen und auch von Diensteanbietern außerhalb des Rundfunkbereichs geliefert werden können. Hierzu zählen beispielsweise Nachrichten- und Informationsdienste wie touristische oder Verkehrsinformationen. Zusatzdienste bei DAB richten sich an bestimmte Benutzerkreise oder können sogar individuell an einzelne Empfänger adressiert werden.

Damit die unterschiedlichen Empfängertypen in DAB alle Arten von programmbegleitenden wie programmunabhängige Datendienste verarbeiten oder wenigstens erkennen können, wurde als einheitlicher Standard für die Datenübertragung das sogenannte Multimedia Object Transfer Protocol (MOT) entwickelt. Damit werden Datenformate unterstützt, die auch in anderen multimedialen Systemen (Online-Dienste, Internet, CD-ROM) Anwendung finden.

Bei DAB können nicht mehr Frequenzen an einzelne Anbieter lizensiert werden, vielmehr erhält jeder Anbieter eine entsprechende Datenrate im Multiplex zugewiesen. Die Medienpolitik muß nun für diese veränderten technischen Rahmenbedingungen entsprechende rechtliche Regelungen zu finden. Zu klären ist insbesondere, wer die Aufteilung des Multiplex nach welchen Regeln vornehmen darf.

Seit einigen Jahren werden in elf Bundesländern DAB-Pilotprojekte durchgeführt. Etwa 120 Radioprogramme können – wenngleich nicht flächendeckend – gegenwärtig empfangen werden. Allerdings wurde DAB bislang nicht in den Regelbetrieb überführt, auch sind derzeit kaum Empfangsgeräte auf dem Markt. Offen ist, welchen Verbreitungsgrad DAB insbesondere für den Hörfunkbereich in absehbarer Zeit finden wird. Vor allem für die Programmanbieter ist mit der DAB-Einführung ein deutlicher Mehraufwand verbunden, da DAB für lange Zeit parallel zur

bestehenden UKW-Infrastruktur zu betreiben wäre. Zwar fließen den öffentlich-rechtlichen Anstalten mit der Erhöhung der Rundfunkgebühren Anfang 1997 auch Beträge für die Einführung von DAB zu, private Anbieter müssen den Mehraufwand jedoch selber aus Werbeeinnahmen erwirtschaften, ohne eine Möglichkeit zur Einnahmeerhöhung erkennen zu können. Zudem ist fraglich, ob alleine der Gewinn bei der Qualität der Hörfunkübertragung durch DAB Kaufentscheidungen beim Konsumenten auslösen wird. Datendienste mit grafischer Ausgabe dürften aus Gründen der Verkehrssicherheit wohl nur bei stehendem Fahrzeug bzw. durch die Beifahrer genutzt werden, ausreichende sinnvolle und attraktive Inhalte sind derzeit nicht erkennbar.

Aufbauend auf DAB wurde auch die Übertragung von bewegten Bilden in fahrende Fahrzeuge realisiert. Im Januar 1996 haben die Deutsche Telekom AG und Bosch-Blaupunkt ein entsprechendes Verfahren vorgestellt. Technisch ist es damit möglich, in einem DAB-Frequenzblock ein Fernsehprogramm mindestens in VHS-Qualität zu übertragen. Da ein solches Gesamtsystem neben Fernsehprogrammen auch Sprache, Musik, Standbilder und Daten übertragen kann, wird es auch als *Digital Multimedia Broadcasting (DMB)* bezeichnet. Einsatzmöglichkeiten werden u. a. in der Übertragung von Fernsehsendungen in Fahrzeuge des öffentlichen Nahverkehrs oder in Reisezüge, Reisebusse oder andere Verkehrsmittel gesehen, auch der Fernsehempfang auf den Fondsitzen eines Pkw wird genannt. Daneben könnten per Sprach- und/oder Bildausgabe auch Verkehrsinformationen, beispielsweise zur Straßenverkehrssituation, ÖPNV-Angebote und Hinweise auf Parkmöglichkeiten, empfangen werden.

Für die *Zweiwegkommunikation* zwischen Fahrzeugen und ortsfesten Zentralen sowie für einige zukünftige Applikationen auch zwischen zwei oder mehreren Fahrzeugen kommen als Übertragungsmedium Funkstrecken unterschiedlichen Typs in Frage, die Techniken der *Mobilkommunikation* nutzen.

In grober Einteilung lassen sich erdgestützte (terrestrische) und satellitengestützte Lösungen unterscheiden. In beiden Kategorien werden schon existierende Systeme ständig weiterentwickelt, neue Lösungen befinden sich in verschiedenen Stadien der Konzeption, Entwicklung und Erprobung. Für die Bedürfnisse eines zukünftigen umfassenden Diensteangebots in der Verkehrstelematik muß letztlich eine Kommunikationsinfrastruktur geschaffen werden, die sich aus mehreren Elementen evolutionär zu einem leistungsfähigen, offenen Verbundnetz entwickelt, das einen umfassenden Daten- und Informationsaustausch zwischen den verschiedenen Verkehrssystemen und den unterschiedlichen Übertragungstechniken unterstützt. Diese Entwicklung wird sich weitestgehend in einem zunehmend liberalisierten Markt von Kommunikationsdienstleistungen vollziehen.

Terrestrische Mobilkommunikation baut auf mehreren technisch voneinander verschiedenen Infrastrukturen auf. Während bis Anfang der neunziger Jahre analoge Netze dominierten, setzen sich in jüngster Zeit mit weltweit mehreren Standards und unterschiedlichen genutzten Frequenzbereichen die digitalen Kommunikationssysteme durch. Wenngleich in Deutschland mit dem C-Netz ein leistungsstarkes analoges Netz, das auch Datenübertragung gestattet, noch für längere Zeit zur Verfügung stehen wird, sollen hier nur die neuen digitalen Netze betrachtet werden.

Die Anfang der 80er Jahre begonnenen Arbeiten zur Definition und Standardisierung eines pan-europäischen digitalen Funktelefonnetzes (GSM-Netz) wurden 1987 abgeschlossen mit der Unterzeichnung eines Regierungsabkommens von 14 europäischen Staaten. *GSM* (eigentlich von Groupe Spécial Mobile, heute häufiger als Global System for Mobile Communications bezeichnet) ist der erste internationale digitale Mobilfunkstandard. Er erlaubt eine europaweite digitale Kommunikation mit mobilen Endgeräten. In nahezu allen europäischen Ländern wird er, meist von mehreren Betreibern, angewandt. Ende 1997 waren 233 GSM-Netze in 105 Ländern mit 66 Mio. Teilnehmern in Betrieb. GSM ist damit de facto zu einem weltweit akzeptierten Standard geworden. Das europäische System hat einen beträchtlichen Vorsprung gegenüber den USA und Japan.

Der zelluläre Mobilfunk nach dem GSM-Standard nutzt (in Europa) zwei Frequenzbereiche: GSM im 900-MHz-Band (GSM 900) ist derzeit am weitesten verbreitet, in Deutschland ist er als D1- und D2-Mobilfunk eingeführt. GSM 900 erlaubt die digitale Sprach- und Datenübertragung, er ist geeignet für fahrzeugbasierte und tragbare Endgeräte. Eine weitere Verkleinerung der Endgeräte gestattet DCS 1800 (seit kurzem auch als GSM 1800 bezeichnet). Es nutzt ebenfalls den GSM-Standard, arbeitet aber im 1800-MHz-Band. Auch hier ist digitale Sprach- und Datenübertragung möglich. In Deutschland wird der E-Plus-Mobilfunk im DCS-1800-Standard betrieben.

Derzeit wird die GSM-Kommunikationsinfrastruktur europaweit erheblich ausgebaut, so daß sich in Europa zahlreiche GSM-Netze bereits in vollem Betrieb befinden. Begünstigt durch die Deregulierung und Liberalisierung des Telekommunikationsmarktes in maßgebenden europäischen Ländern, die mehrere Betreiber in einem Land zulassen, und den davon ausgehenden Wettbewerbsdruck sind eine beschleunigte technologische Entwicklung, Vielfalt und Flexibilität der angebotenen Dienste sowie sinkende Preise zu beobachten. Drei digitale Netze in Deutschland sind weitgehend ausgebaut, etwa 17500 Basisstationen (einschließlich derer für das analoge C-Netz) wurden installiert. Die Teilnehmerzahlen in den deutschen digitalen Netzen betrugen Ende 1997 etwa 6,8 Mio. in den beiden D-Netzen und 1 Mio. bei E-Plus.

Die mit der GSM-Technologie neu eingeführten Dienste umfassen in erster Linie Sprechtelefonie, Facsimile und Kurznachrichten-Rufdienst (paging), aber auch verschiedene Formen der Datenübertragung (leitungsvermittelt, paketvermittelt, asynchron, synchron) und Zusatzdienste wie Rufumleitung und geschlossene Benutzergruppe. Innerhalb des GSM-

Systems können – auch während eines Telefonats – zusätzlich Daten übertragen werden. Die Nutzung des SMS-(Short Message Service)-Übertragungskanals ermöglicht sowohl Punkt-zu-Punkt-Kommunikation von Teilnehmer zu Teilnehmer als auch „Cell Broadcast Mode", bei dem von einer Feststation eine Nachricht gleichzeitig an alle in ihrem Versorgungsbereich befindlichenTeilnehmer gesendet wird. In den GSM-Netzen erfolgt die Datenkommunikation bislang leitungsorientiert, d.h. eine physikalische Verbindung zwischen Sender und Empfänger ist notwendig. Die Abrechnung erfolgt nach Zeittarif, Anwahl und Verbindungsaufbau sind erforderlich. Die Übertragungsgeschwindigkeit beträgt bis zu 9,6 kbit/s.

Im Verkehrsbereich kann das GSM-Netzwerk u.a. für fahrzeugautonome Navigationssysteme zur Kommunikation mit einer Verkehrsleitzentrale genutzt werden. Ein entsprechendes Pilotprojekt wurde in Hessen im Rahmen des Projektes RHAPIT durchgeführt.

Grundsätzlich könnten GSM-basierte Dienste auch zur Positionsbestimmung genutzt werden, allerdings liefert das System nur grobe Informationen über den Aufenthaltsort eines mobilen Teilnehmers. Gegenwärtig läßt sich bestenfalls feststellen, aus welcher aktuellen Zelle gerade kommuniziert wird, was einer Positionierungsgenauigkeit von höchstens etwa 100 m gleichkommt. Für genauere Positionsbestimmungen sind zusätzliche technische Maßnahmen (z.B. die Kombination mit einem GPS-Empfänger) notwendig. In den USA laufen jedoch bereits Untersuchungen für ein neues Mobilfunk-Ortungssystem, mit dem auch ohne GPS-Unterstützung bei Notfallmeldungen die aktuelle Position des Anrufenden festgestellt werden kann.

Die Arbeiten am GSM-Standard werden fortgeführt: Bereits 1993 wurde vom Internationalen Verband der Eisenbahngesellschaften UIC (Union Internationale des Chemins de Fer) die Einführung eines neuen Funksystems beschlossen, das auf GSM basieren sollte: *GSM-Railway (GSM-R)*. Anlaß dafür war, daß bei den europäischen Bahnen bislang schon auf nationaler Ebene die unterschiedlichsten Kommunikationssysteme existieren, die zudem international nicht kompatibel sind. Es wurde Interesse daran geäußert, durch die Vereinheitlichung der Zugfunksysteme Interoperabilität herzustellen und Kosten zu reduzieren.

Die Bahnen brauchen, anders als die „normalen" GSM-Teilnehmer, zusätzliche Funktionen: den Sammelruf („einer an mehrere"), den Gruppenruf (die Verständigung im Wechselgespräch zwischen mehreren Teilnehmern), Umcodierung der Rufnummer (von der systeminternen Rufnummer zur Zugnummer), Prioritäten im System und einen schnellen Gesprächsaufbau. Zudem fordern sie zuverlässig hohe Übertragungsqualität auch bei höchsten Geschwindigkeiten, einheitliche Sicherungs- und Übertragungsverfahren, eine schnelle Kurzdatenübertragung sowie die Möglichkeit der Integration der bahninternen Dienste mit und ohne Sicherheitsverantwortung. Das System sollte sich als Basis für ein signaltechnisch sicheres Zugbeeinflussungssystem eignen und offen sein für zukünftige Dienste, beispielsweise die Paketdatenübertragung.

Mit dieser Zielstellung begannen in Deutschland bereits 1989 die Arbeiten zu einem Forschungsprojekt Diensteintegrierender Bahnmobilfunk (DIBMOF), die ab Anfang der neunziger Jahre mit den GSM-R-Arbeiten verbunden wurden. Bereits jetzt existiert eine erste nationale Teststrecke (Stuttgart-Mannheim), die nötigen Frequenzen sind freigegeben und die weitere Einführung soll zügig vorangehen. Die europäischen Standardisierungsarbeiten zu GSM-R sollten Ende 1997 abgeschlossen werden.

Die bahn- und betriebsfunkorientierten Neuentwicklungen sollen zugleich in die ETSI-Spezifikation „*GSM-Phase 2+*" einfließen. Hierin sollen auch zahlreiche weitere Features integriert werden, von denen einige u.a. dazu bestimmt sind, die Kommunikationsanforderungen von Telematikdiensten zu erfüllen. Zu diesen zählt vor allem GPRS (General Packet Radio Service), durch das paketorientierte Übertragung auch in den GSM-Netzen möglich gemacht werden soll. Damit könnte die zeitunkritische Übertragung von Daten ressourcenschonend und damit preisgünstig realisiert und zugleich beschleunigt sowie das Senden und Empfangen von Daten parallel zu einem Telefongespräch ermöglicht werden. Ob das Verfahren tatsächlich irgendwann in den Mobiltelefonnetzen eingeführt wird, ist aber derzeit noch offen. Es wären dann zusätzliche Investitionen in die Netze unabdingbar, zudem wird die Bündelung von mehreren Zeitschlitzen zur Datenübertragung bei einigen Betreibern skeptisch gesehen. Außerdem neu in GSM sind CAMEL (Customized Application for Mobile Enhanced Logic) und Intelligente Netze (IN), die durch kurzfristiges und flexibles Implementieren neuer Dienste und deren netzübergreifende Nutzbarkeit zur Differenzierung der Netzbetreiber und Service Provider beitragen werden, sowie ASCI (Advanced Speech Call Items), die durch höherwertige Sprachdienste die Benutzung von GSM durch Einsatzkräfte sowie betriebsfunkähnliche Dienste fordernde Kunden gewährleisten können (Konhäuser 1996).

Zahlreiche weitere Systeme für die terrestrische Kommunikation finden bei geschlossenen Benutzergruppen Anwendung. Weit verbreitet ist der analoge *Betriebsfunk*. Hierbei besitzt jeder Betreiber seine eigene Feststation und entsprechende Mobilstationen. Von Vorteil sind vor allem die kalkulierbaren, vergleichsweise geringen Kosten, Nachteile umfassen insbesondere fehlende Abhörsicherheit, fehlender Zugang zu Telefonnetzen und eine vergleichbar geringe Reichweite. Einsatz finden diese Systeme beispielsweise im Öffentlichen Personennahverkehr oder im regionalen Auslieferungsverkehr bei Speditionen.

Paketvermittelt übertragende *Datenfunknetze* vermeiden einen entscheidenden Nachteil der Kommunikation über Mobiltelefon: Zwischen Absender und Empfänger einer Nachricht muß hier keine direkte Verbindung aufgebaut werden, die Daten werden in das Netz eingespeist, das sich um den Transport der Datenpakete „kümmert" und diese gegebenenfalls

zwischenspeichert. Die Anwahl erfolgt sehr schnell, auch werden die Funkkanäle besser ausgenutzt. So sollen im Normalfall 10 bis 30-mal soviel Abonnenten einen Funkkanal nutzen können wie bei der Leitungsvermittlung. Die Übertragungssicherheit ist höher, die Abrechnung erfolgt nach Volumentarif, d. h. in Abhängigkeit von der übertragenen Datenmenge. Darum empfiehlt sich Datenfunk besonders bei häufigen kurzen Anfragen. Typische Anwendungen umfassen die Steuerung von Fahrzeugflotten, die Überwachung von Betriebszuständen (z. B. Druck oder Temperatur bei Gefahrguttransporten) und Anlagen, die Koordination von Außendienstmitarbeitern und technischen Wartungsdiensten oder die effiziente Vertriebsunterstützung, indem etwa technische Informationen oder Lagerbestände unmittelbar abrufbar sind oder auch Bestellungen sofort aufgegeben werden können. Das Datenfunknetz MODACOM wird in Deutschland durch die Deutsche Telekom angeboten, es verfügt über eine bundesweite Abdeckung.

Bündelfunk ist eine Weiterentwicklung aus dem Betriebsfunk. Beim Bündelfunk steht dem mobilen Nutzer primär zur Sprachkommunikation, aber auch für die Datenkommunikation, ein Bündel von Funkkanälen zur Verfügung, mit dem alle Sprechstellen im Funknetz erreicht werden können. Bündelfunk eignet sich besonders für Unternehmen, die in erster Linie unternehmensintern innerhalb eines geschlossenen Wirtschaftsraumes kommunizieren. Derzeit in Betrieb befindliche Systeme arbeiten noch durchweg auf analoger Basis. Bündelfunk bietet gegenüber dem klassischen Betriebsfunk eine deutlich höhere Reichweite (rund 100 Kilometer) sowie die Exklusivität der Funkkanäle, um die Abhörsicherheit zu erhöhen. Er ist zugleich häufig eine preiswerte Alternative zu mobiltelefonbasierten Systemen.

Der derzeit größte analoge Bündelfunk-Dienst ist CHEKKER von DeTeMobil. Neben Sprachkommunikation und Datenübertragung werden weitere Zusatzdienste wie Gruppenruf, Konferenzruf und Einbuchen in zusätzliche Gastnetze angeboten. Die transparente Übertragung von Digitaldaten ist möglich. Zu den Einsatzbereichen von Chekker gehört neben dem Regionalverkehr die Auslieferung in Wirtschaftsregionen. Mit Quickfunk, Terrafon, RegioKom u. a. ist eine Zahl weiterer Dienste privater Gesellschaften auf dem Markt, alle analogen Dienste zählen zusammen etwa 300 000 Teilnehmer.

Die Einführung *digitaler Bündelfunkdienste* wird derzeit betrieben. Die Schengener Vertragsstaaten bereiten ein solches System für ihre Sicherheitsdienste vor. Das Europäische Standardisierungsinstitut für Telekommunikation ETSI hat den Standard TETRA (Trans European Trunked Radio) 25 definiert. Für die Nutzung bei den Sicherheitsdiensten ist ein europaweites Netz im Frequenzbereich 380–400 MHz vorgesehen, für offen zugängliche zivile Netze soll der Bereich 410–430 MHz Verwendung finden. Die Standardisierungsarbeiten sind in einigen Bereichen jedoch noch nicht abgeschlossen. Mögliche Nutzer für zivile TETRA-Dienste sind beispielsweise öffentliche Nahverkehrsunternehmen. Falls TETRA europaweit umgesetzt würde, könnte es durch seine Roaming-Möglichkeiten auch für das Flottenmanagement bei Transportunternehmen Anwendung finden. Allerdings liegen mit TETRA bislang weder fertig entwickelte Technik noch ausreichende praktische Erfahrungen vor.

Ausgehend von einer 1988 erfolgten Ausschreibung der französischen Gendarmerie hat AEG/MATRA den Industriestandard Tetrapol entwickelt, dessen technische Möglichkeiten kaum geringer als die von TETRA sein dürften. Tetrapol hat seine Tauglichkeit bereits unter Beweis gestellt. Es wird inzwischen bei einer größeren Zahl von Kunden, darunter öffentliche wie auch private Organisationen und Unternehmen, eingesetzt. Zwar hat Tetrapol trotz heftiger Bemühungen noch nicht die Anerkennung als europäischer Standard bei ETSI bekommen, eine Zulassung widerspräche wohl auch der Grundidee eines einheitlichen Standards für ganz Europa. Dennoch haben sich in Deutschland mehrere Kunden, u. a. die Berliner Verkehrsbetriebe, BMW und der Frankfurter Flughafen, für Tetrapol entschieden.

Seit 1996 arbeiten Experten an Konzepten für die *dritte Generation des Mobilfunks*. Mehr als 50 europäische Netzbetreiber und Ausrüster aus aller Welt haben sich im Forum UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) zusammengeschlossen. In den Arbeitsgruppen Regulierung, Frequenzallokation, Märkte und Technologie sollen die Grundlagen für ein neues System der mobilen Telekommunikation entworfen werden, das unter anderem über folgende Eigenschaften verfügen soll: Breitband- und Multimedia-Kapazität, Festnetzen vergleichbare Sprachqualität, terrestrische und satellitengestützte Netzzugänge innerhalb einer Systemfamilie, Realisierbarkeit paket- und leitungsvermittelter Dienste, flexible Bandbreite-auf-Abruf sowie eine einheitliche Systemplattform für Massendienste und geschlossene Nutzergruppen. Ein kommerzieller Einsatz ist etwa ab dem Jahr 2000 vorgesehen.

Terrestrische Mobilkommunikationsnetze werden nicht in allen Ländern Einzug halten. Selbst in Ländern mit einer hochentwickelten Telekommunikationsinfrastruktur werden „weiße Flecken" bleiben, sei es, weil die geografischen Bedingungen ungünstig sind oder weil das Nutzerpotential die Installation von Stationen in manchen Gebieten aus wirtschaftlichen Gründen als nicht gerechtfertigt erscheinen läßt. Hier könnte *satellitengestützte Mobilkommunikation* eine Alternative sein.

Für die gegenwärtig funktionsbereiten – geostationären – Systeme ist der technische Aufwand noch recht hoch. Als europäische Organisation bietet die EUTELSAT-Organisation neben stationären Punkt-zu-Punkt-Diensten auch Geschäftsdatenübermittlung und Telefondienste sowie den Mobilfunkdienst zwischen einer festen und mobilen Stationen (z. B. Fahrzeugen) an. Die internationale INMARSAT-Organisation betreibt seit 1982 ein weltumspannendes Satellitensystem für den Kommunikationsbedarf der Hochseeschiffahrt, seit 1990 zusätzlich für die Zivilluftfahrt und neuerdings auch für Anwendungen im Landverkehr. Satelliten der inzwischen in Auftrag gegebenen 3. Generation werden gegenüber denen

der 2. Generation eine höhere Übertragungskapazität und ein erweitertes und flexibleres Leistungsangebot für mobile Dienste aufweisen. Als völlig neuen Dienst plant INMARSAT die Einführung eines weltweiten Mobiltelefon-Dienstes, bei dem die persönliche Kommunikation mit Nutzer-Handgeräten möglich sein soll. Das System, früher als INMARSAT P oder auch ‚Projekt 21' bezeichnet, wird jetzt unter dem Titel ICO geführt. Größter Investor ist INMARSAT, daneben sind Telekommunikationdienstleister und Endgerätehersteller aus 44 Ländern (darunter T-Mobil) beteiligt. Über ICO sollen auch Kommunikationsaufgaben zum Flottenmanagement abgewickelt werden können.

Neben den herkömmlichen Kommunikationssatelliten existieren derzeit noch zwei weitere – allerdings nicht weltweit verfügbare – satellitengestützte Systeme, die zwar primär für Zwecke der Kommunikation konzipiert wurden, jedoch neben dieser Hauptfunktion auch zur Positionsbestimmung eingesetzt werden können. Systeme dieses Typs werden in Abgrenzung zu GPS-basierten Systemen auch als 'Radio Determination Satellite Services' (RDSS) bezeichnet. Im ersten Fall werden geostationäre Satelliten zur Kommunikation und Positionsbestimmung eingesetzt. Dieses Verfahren wird unter den Bezeichnungen „Omni-Tracs" in Nordamerika bzw. „Eutel-Tracs" in Europa als kommerzielle Dienstleistung für überregional operierende Lkw-Flotten angeboten. Hierbei wird die Zweiweg-Datenkommunikation zwischen einer Mobileinheit und der Flottenmanagementzentrale eines Kunden ermöglicht. Das Endgerät im Fahrzeug besteht aus einer außen angebrachten, nachführbaren Antenne sowie einer kombinierten Einheit zur Kommunikation und Positionsbestimmung. Der OmniTracs-Dienst umfaßt stündliche Positionsmeldungen (Ortungsgenauigkeit etwa 500 m) und 10 bis zu 1 900 Zeichen lange Nachrichten pro Tag. Auch durch eine Kombination von GPS oder GLONASS als Positionssensor mit der INMARSAT-Kommunikationskomponente ergibt sich ein ähnliches Einsatzfeld wie im Falle des Omni-Tracs/EutelTracs-Systems, wobei jedoch wegen der GPS-Nutzung die Positionierungsgenauigkeit wesentlich höher ist und dadurch potentiell erweiterte Anwendungen möglich werden.

Weltweit werden derzeit mehrere Projekte verfolgt, die die digitale Kommunikation über Satelliten auf nicht-geostationären Bahnen mit vergleichsweise kleinen Sende- und Empfangsgeräten zulassen und die als Wettbewerber der terrestrischen Mobiltelefonnetze in Betracht kommen sollen. Sie sollen neben der Sprachübertragung auch Datenkommunikation ermöglichen. Zahlreiche derartige Vorschläge von industriellen Konsortien, zumeist unter Führung US-amerikanischer Firmen, sind derzeit bekannt. Sie weisen z. T. erhebliche Unterschiede hinsichtlich ihrer technischen Konzeption und ihres Leistungsspektrums auf und befinden sich in unterschiedlichen Reifestadien ihrer technischen und kommerziellen Entwicklung. Hauptmerkmale, die solche Systeme attraktiv erscheinen lassen, sind (Lutz 1994) kleine, preisgünstige Handgeräte (vergleichbar mit heutigen digitalen Mobilfunktelefonen) mit quasi omni-direktionaler Antenne und geringer Sendeleistung; niedrige Nutzungstarife; Zugriffsmöglichkeit von nahezu jedem Ort auf der Erde mittels eines universellen Systemstandards; hohe Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Qualität des Dienstes sowie hohe Kapazität und Flexibilität mit intelligentem Netzwerkmanagement. Als Dienste sind digitale Sprach- und Datenübertragung sowie Positionsbestimmung und Rufdienst (paging) vorgesehen. Über terrestrische Schnittstellen sollen öffentliche und private Telefon- oder Zellularnetze zugänglich sein. Derartige Systeme sind hauptsächlich auf persönliche Mobilkommunikation, in erster Linie digitale Telefondienste, hin konzipiert und optimiert. Sie bilden insoweit eine Ergänzung von terrestrischen Zellularnetzen, als sie auch solche Gebiete einfach und schnell bedienen können, in denen die Errichtung einer terrestrischen Infrastruktur für Mobilkommunikation offenkundig unwirtschaftlich wäre. Sie bilden aber gleichzeitig auch eine Weiterentwicklung und potentielle Konkurrenz zu den terrestrischen Mobilfunksystemen, als sie in der Lage wären, einen einheitlichen globalen Standard durchzusetzen. Die Entwickler haben allerdings insofern eine vorsichtige Wettbewerbsstrategie gewählt, als sie ihre Systeme kompatibel mit zellularen Mobilfunknetzen auszugestalten beabsichtigen und terrestrische Schnittstellen zu nationalen Festtelefonnetzen anbieten wollen.

Probleme sowohl bei der Zuweisung von ausreichenden Frequenzressourcen als auch Verzögerungen in den Regularien und Genehmigungsverfahren durch die zuständige Behörde in den USA (Federal Communications Commission FCC) haben sich als mindestens ebenso großes Hindernis für eine rasche Einführung der Systeme erwiesen wie der noch mangelnde Reifegrad der Technologie. Aufgrund des globalen Charakters der Systeme sind sowohl die Souveränitätsrechte als auch die wirtschaftlichen Interessen dritter Staaten berührt. Die bisherige Nichteinbeziehung europäischer Zulassungsbehörden, beispielsweise nationaler Postverwaltungen, hat auf politischer Ebene zwischen EU und USA bereits zu Irritationen geführt.

2.3 Datenaufbereitung

An der *Datenaufbereitung* sind zahlreiche Stellen beteiligt. Sie haben Steuerbefehle zu generieren oder Verkehrshinweise zu erarbeiten und zu übermitteln. Die beteiligten Institutionen müssen in zunehmendem Maße einen schnellen und zuverlässigen gegenseitigen Datenaustausch gewährleisten. Technische Lösungen zur Kommunikation zwischen einer Leitzentrale und den Fahrzeugflotten stehen bereits in vielfältiger Form zur Verfügung (Abb. IV-2.1), allerdings ist der Stand des Infrasttrukturausbaus von unterschiedlichem Niveau.

Die an den Autobahnen oder Fernstraßen ermittelten Verkehrs- oder Umfelddaten werden entweder in einem Stationsrechner bzw. in einer Unterzentrale gespeichert oder sofort zur zentralen Verkehrsleitzentrale übermittelt, wo sie weiterverarbeitet werden können. In den *Leitzentralen* werden zu Simulations- und Prognosezwecken oder zur Generierung von Steuerbefehlen die ermittelten Umwelt-, Fahrzeug-

Abbildung IV-2.1

Leit- und Informationssysteme und deren Verbindung mit einer Verkehrsleitzentrale

Systeme mit Einweg-Kommunikation		**Verkehrsdatenerfassung**		**Systeme mit Zweiweg-Kommunikation**
Wechselverkehrszeichen, Wechselanzeigen Verkehrsfunk (ARI,ARIAM) Verkehrsfunk (RDS/TMC) Positionssignale (z.B. GPS) TV-Text (Videotext) Informationssäulen	⇐	**Leitzentralen** - Datenbanken - Datenhaltung - Verkehrsleitrechner - Hinweisgenerierung - Strategieentwicklung - Verkehrssimulation - Verkehrsprognosen	⇔	Funksysteme Satellitensysteme bakengestützte Systeme (Infrarot, Mikrowelle) Mobilfunk Datex-J und andere Daten-Dienste Mobilitätszentralen

Systeme ohne Kommunikation zwischen Fahrzeug und Infrastruktur
Fahrplanauskunft über Diskette oder CD-ROM
elektronische Landkarten, Routefinder-Programme
autarke Zielführungssysteme
Bordgeräte zur Datenspeicherung (z.B. ÖPNV: Fahrgastzahlen)

Quelle: Boltze 1996

und Verkehrsdaten mit Unterstützung leistungsfähiger Rechnersysteme ausgewertet. Zur Erfüllung der Steuerungs- und Überwachungsfunktionen steht mittlerweile eine umfassende Palette von Systemen zur Verfügung: Digitalisierte Landkarten, Verkehrsdatenerfassungseinrichtungen sowie Verkehrssimulationsprogramme. Die Ergebnisse bzw. Prognosen können anschließend in Form von Ganglinien graphisch dargestellt oder direkt als Steuerbefehle, die automatisch von einem Rechner generiert wurden, ausgegeben werden. Bisher kamen für die verschiedenen Verkehrsträger zumeist spezielle Steuermodelle und Systemlösungen zum Einsatz. Diese waren auf die spezifischen Anforderungen im jeweiligen Verkehrssektor zugeschnitten, so daß in den meisten Fällen die vorhandenen Systemkonzepte nicht kompatibel waren. Vorrangig im ÖPNV-Bereich wurden in den letzten Jahren Konzepte verwirklicht, die aufbauend auf einem einheitlichen technischen Standard und offenen Schnittstellen eine unternehmensübergreifende Kommunikation bzw. einen allgemeinen Datenaustausch ermöglichen. Zukünftig sollen die Daten sämtlicher Verkehrsträger in einen gemeinsamen Datenverbund einfließen. Zur Zeit stehen hierzu vor allem Informationen aus Parkleitrechnern, LSA-Rechnern sowie Verkehrsleitrechnern für die Verkehrsbeeinflussungsanlagen und die Nahverkehrssteuerung zur Verfügung.

Die Verkehrsleit- und Informationszentralen haben folgende Funktionen:

- Datensammlung sämtlicher Erfassungsmodule und anschließende Datenanalyse (möglichst in Echtzeit);
- Erstellung von Verkehrsprognosen;
- Steuerung aller Datenausgabegeräte und Verkehrsbeeinflussungsanlagen (Schaltbefehle oder Leithinweise);
- Speicherung der ermittelten Daten zur späteren Auswertung oder zu statistischen Zwecken;
- multimodaler Datenaustausch und Zusammenstellung von Schaltkombinationen mit anderen Leitzentralen (offene Schnittstellen);
- Koordination überregionaler Verkehrsleit- und Informationssysteme;

- Funktionsüberwachung bzw. Statusanzeige aller Funktionsgruppen des Systems;
- Auswertung von Fehlermeldungen;
- beliebige Software- und Hardwareausbaufähigkeit (Modulbauweise), dadurch Anpassung an sich ändernde Leitvorstellungen oder Parameter möglich.

Geografische Informationen sind eine wichtige Voraussetzung für zahlreiche Telematik-Dienste. Wurden diese in der Vergangenheit in Form von (meist) auf Papier gedruckten Karten gesammelt, aufbewahrt und weitergegeben, so ermöglichte die Weiterentwicklung der Rechentechnik die Digitalisierung von kartografischen und geografischen Daten, ihre Verknüpfung mit anderen ortsbezogenen Informationen sowie das Einbeziehen der Zeitdimension. Dies wird mittels sogenannter geografischer Informationssysteme (GIS) realisiert. Geografische Informationen liegen in der Hauptsache bei staatlichen Stellen (Vermessungsämter, Kataster, Militär) vor. Für Anwendungen im Verkehrsbereich sind diese aber nicht ausreichend. Als statische Informationsquelle, beispielsweise als *digitale Karten* in individuellen Zielführungssystemen, müssen sie um Verkehrsgebote und -verbote, Abbiegeregelungen und bauliche Änderungen im Straßennetz ergänzt werden. Diese Daten müssen durch Begehung vor Ort erfaßt werden. Zudem veralten diese Daten relativ schnell, weshalb eine Aktualisierung in kurzen Intervallen notwendig wird. Anbieter digitaler Karten müssen deshalb selbst für einen ständigen Update der Daten sorgen. Dazu sind eigene Erhebungen, die Kooperation mit kommunalen und Landesämtern, die Informationen über Änderungen liefern, sowie die Zusammenarbeit mit Dritten zur Meldung von Veränderungen denkbar. Systeme, die auf zentral gehaltenen geografischen Informationen basieren, haben ein vergleichbares Aktualisierungsproblem. Allerdings kann der Dienstleister, da er Veränderungen sofort in die Datenbasis integrieren kann, kurzfristig reagieren und dem Nutzer ständig auf dem neuesten Stand basierende Informationen und Empfehlungen zur Verfügung stellen.

Seit Jahren wird an Systemen (sogenannten *persönlichen digitalen Assistenten – PDA*) gearbeitet, die die bisherigen für die Mobilkommunikation verfügbaren Komponenten (Sprachkommunikation, Fax, ...) mit aus stationären Computern bekannten Funktionen verknüpfen, um neue Dienste erweitern und in einem System integrieren. Sie sollen ein ortsunabhängiges Arbeitsmittel sein, mit dem man über direkten Zugriff auf alle wichtigen Informationen zu jeder Zeit an (beinahe) jedem Ort verfügt. Sie sollen konventionelle Mobilkommunikation genauso ermöglichen wie Voice- und E-Mail, automatischen Datenabgleich am Konferenztisch sowie Internet-Zugriff. Auf ihnen sollen Office-Programme und Software zur persönlichen Organisation lauffähig sein. Aufwendigere Geräte sollen über Handschriften-, Gesten- und Spracherkennung verfügen. Allerdings sind Geräte, die alle Forderungen optimal erfüllen, noch nicht kommerziell verfügbar.

In enger Verbindung zu PDA-Systemen stehen die *persönlichen Reiseassistenten (Personal Travel Assistant, Personal Traveller Assistant* oder auch *Personal Trip Assistant – PTA*). Entweder lassen sich PTA-Funktionen in die PDA-Geräte integrieren, oder auf Basis von für PDA entwickelten Techniken werden „abgespeckte", alleine als Reiseassistenten konzipierte Systeme vermarktet. PTA sollen dem Nutzer unter anderem folgende Dienste bieten:

- Abruf von aktuellen Informationen zur Verkehrssituation sowie von aktuellen Fahrplaninformationen,
- autonome Navigation und Zielführung, Darstellung von Kartenausschnitten,
- persönliche Reiseplanung,
- Präsentation einer individuellen Routenplanung inklusive eventuell nötiger Transportmittelwechsel,
- Zugriff auf weltweite Flugpläne, Branchen- bzw. Adressenverzeichnisse und touristische Informationen.

PTA bergen das Potential, eine leichte und komfortable Zielführung des Benutzers durchgängig vom Startpunkt zum endgültigen Ziel seines Weges zu realisieren. Wichtig dabei ist, daß sie dies unabhängig vom gewählten Verkehrsmittel gestatten und damit nicht das Problem der Verkehrsmittelbindung wie andere, insbesondere Pkw-basierte Systeme aufweisen, die von ihrer Anlage her einem Wechsel des Verkehrsmittels eher entgegenwirken. PTA verfolgen damit einen ganzheitlichen Ansatz zur Informationsverbesserung für die individuelle Mobilität. Erste derartige Systeme wurden bereits erfolgreich getestet, beispielsweise im Rahmen eines größeren Verifikationsvorhabens während der olympischen Spiele in Atlanta im Sommer 1996. In Deutschland werden im Rahmen des Projektes MOTIV Arbeiten zum PTA gefördert, innerhalb des Projektes BAYERNINFO werden tragbare Mobilitätsplaner erprobt.

Eine wesentliche Komponente für Verkehrstelematik-Dienste ist die *Informationsdarstellung*. Verkehrs- und Umfelddaten sowie Leitempfehlungen können allen Verkehrsteilnehmern kollektiv über *Wechselverkehrszeichen* übermittelt werden. Dargestellt werden vor allem Geschwindigkeitsbeschränkungen (z.B. wegen erhöhter Verkehrsdichte oder ungünstiger Witterungseinflüsse), Stau- und Nebelwarnungen, Sperrungen, Baustellenhinweise sowie Unfall- und Gefahrenwarnungen.

Elektronische Anzeigen für einfache Fahrzeugfunktionen, die in Multifunktionsanzeigen integriert sind, werden immer häufiger in heutigen Fahrzeugen eingesetzt. Zukünftig kommt noch die akustische oder visuelle Wiedergabe von Verkehrs- und Leitinformationen sowie von Warnmeldungen hinzu. Diese Anwendungen stellen höhere Anforderungen an die Erkennbarkeit der Displays. Es muß gewährleistet sein, daß der Fahrer die Hinweistexte bzw. graphischen Darstellungen einwandfrei erkennen kann, zudem dürfen die Anzeigen den Fahrer nicht unnötig ablenken, um gefährliche Fahrsituationen zu vermeiden. Gegenwärtige Systeme nutzen für die Informationsdarstellung in das Armaturenbrett integrierte

bzw. darauf aufgebaute Flüssigkristallanzeigen. Für die Zukunft wird auch die Nutzung sogenannter Head-Up-Displays (HUD) diskutiert, bei denen die Informationen virtuell in einer Entfernung von ca. 2 Meter vor der Windschutzscheibe dargestellt werden. Diese Anzeigetechnologie bietet den Vorteil, daß der Fahrer aufgrund der geringen Blickabwendungszeiten seinen Blick nicht vom Verkehrsgeschehen abwenden muß. Zudem entfällt die ständige Anpassung der Sehentfernung zwischen Fern- und Nahbereich.

Für die Darstellung von *Informationen zum Angebot des öffentlichen Verkehrs (ÖV)* mittels Informationssäulen oder dynamischen Anzeigen bieten zahlreiche Hersteller eine ganze Bandbreite unterschiedlichster Techniken an. Um dem Nutzer den Zugang zu den modernen Informationsmedien zu vereinfachen, wird bei der Entwicklung neuer Informationssäulen darauf geachtet, daß eine einfache Bedienbarkeit beispielsweise durch menügeführte Dialog-Systeme und Touchscreen-Technik gewährleistet ist. Zudem bieten die dynamischen Anzeigen die Möglichkeit, mit kurzen Textinformationen oder Standardsymbolen für jeden erfaßbare Informationen zum Verkehrsangebot oder zur Ist-Situation im jeweiligen Verkehrsgebiet einzuholen.

Weitere, hauptsächlich für häusliche Anwendungen geeignete Techniken sind die Weitergabe von ÖV-Informationen über einen an einem Netz (z. B. Internet) angeschlossenen *PC*, mittels dessen Hilfe sich Personen bereits vor Fahrtantritt mit Informationen zum aktuellen Verkehrsgeschehen versorgen können, oder die Wiedergabe über *Videotext*. Da die Übertragungskapazitäten im Videotext begrenzt sind und eine regional differenzierte Ausstrahlung umfassender Verkehrsinformationen nur eingeschränkt möglich ist, wurde eine Übertragung von Fahrplänen des ÖV mit diesem Wiedergabemedium bisher nicht realisiert. Die Aktualität und die Flächenabgrenzung der Videotext-Informationen zum Straßenverkehr könnten jedoch mit Hilfe der RDS/TMC-Meldungen deutlich verbessert werden.

3. Telematiksysteme im Straßenverkehr

Der Straßenverkehr ist in der Bundesrepublik Deutschland heute der Verkehrsträger mit dem größten Anteil an der Verkehrsleistung sowohl im Güter- als auch im Personenverkehr. Informations- und Kommunikationstechniken haben jedoch bis in die jüngste Zeit im Straßenverkehr eine wesentlich geringere Rolle gespielt als bei den anderen Verkehrsträgern. Dies ist primär systembedingt – Bahn- und Luftverkehr sind ohne IuK-Techniken seit langem völlig undenkbar. Erst mit der zunehmenden Belastung des Straßennetzes sowie der Verfügbarkeit leistungsfähiger, miniaturisierter und verhältnismäßig preisgünstiger Elektronikkomponenten halten IuK-Techniken auch im Straßenverkehr Einzug.

Verkehrsinformations- und -leitsysteme im motorisierten Individualverkehr (MIV) sollen zunächst die Verkehrsteilnehmer in die Lage versetzen, sich im Straßennetz besser zu orientieren und aufgrund der Kenntnis der aktuellen Verkehrslage auf Verkehrsstörungen rechtzeitig reagieren zu können. Uneinheitlich gebraucht werden in diesem Zusammenhang die Begriffe der Verkehrsinformation und der Verkehrsleitung. Während die reine Informationsbereitstellung von einem Teil der Fachöffentlichkeit unter Verkehrsinformation subsumiert wird, unterstellt der andere Teil dieser bereits eine verkehrsleitende Wirkung. Umgekehrt wird unter verkehrsleitenden Maßnahmen in der Hauptsache das Übermitteln von Empfehlungen (beispielsweise zur Routenwahl oder zum Wechsel des Verkehrsmittels), gelegentlich aber auch die Information über Verkehrsstörungen als „implizite Leitempfehlung" (nämlich zumindest diesen Weg nun gerade nicht zu benutzen) verstanden. Ein Einsatz von Verkehrsinformations- und -leitsystemen zur Übermittlung etwa von punktuellen oder situationsabhängigen Ge- und Verboten würde die Systeme um eine direktiv verkehrslenkende Komponente erweitern.

Die vorgeschlagenen Konzepte für Verkehrsinformations- und -leitsysteme lassen sich nach verschiedenen Merkmalen klassifizieren. Neben der eher technisch bestimmten Systematik nach dem Grad der Unterstützung durch straßenseitige oder zentrale Infrastrukturen sowie der Klassifikation nach dem Maß der Verbindlichkeit ist die Unterscheidung zwischen individuellen und kollektiven Systemen von Bedeutung.

3.1 Kollektive Verkehrsinformations- und -leitsysteme

Mittels *kollektiver Verkehrsinformations- und -leitsysteme* können alle auf einem bestimmten Streckenabschnitt bzw. in einer Region befindlichen Verkehrsteilnehmer mit situationsabhängigen Informationen und Empfehlungen versorgt, aber auch Ge- und Verbote sowie Weisungen übermittelt werden. Informationen beinhalten beispielsweise die gegenwärtige Verkehrslage auf dem befahrenen Streckenabschnitt oder sicherheitsrelevante Eigenschaften der Straße (z. B. Nebel oder Glatteis). Es können Empfehlungen über mögliche Ausweichstrecken gegeben, aber auch eine situationsangepaßte Höchstgeschwindigkeit vorgegeben oder Sperrungen von Fahrstreifen oder Strecken mitgeteilt werden.

Zu den kollektiven Systemen gehören u. a. der Verkehrsrundfunk, Wechselwegweiser, Stau-, Nebel- und Glatteiswarnanlagen sowie Linienbeeinflussungsanlagen, die ein verkehrsabhängiges Geschwindigkeitsprofil vorgeben. Während die erstgenannten die Verkehrsteilnehmer lediglich informieren und auf verkehrliche Wirkungen durch deren rationales Verhalten setzen, wird bei Verkehrsbeeinflussungsanlagen u. a. auch mit Geschwindigkeitsbegrenzungen und Überholverboten, also Mitteln des Ordnungsrechtes, gearbeitet. An Bord des Fahrzeuges sind – neben dem in der Regel heute überall vorhandenen Radio – keine weiteren technischen Systeme vonnöten. Infrastrukturseitig sind Detektoren, meteorologische Sensoren sowie Datenverarbeitungs- und -übertragungssysteme zu installieren.

Kollektive Verkehrsinformations- und -leitsysteme, die zu einer Verflüssigung des Verkehrs durch Vorgabe von situationsabhängigen Geschwindigkeitsprofilen sowie zu einer Verbesserung der räumlichen Auslastung und damit zu einer effizienteren Nutzung der Infrastrukturkapazitäten beitragen, befinden sich heute bereits in der Anwendung.

Das gegenwärtig wohl wichtigste kollektive Verkehrsinformationssystem, mit dem auch aktuelle Informationen übertragen werden können, ist der öffentliche Rundfunk. Allerdings weist dieser einige Schwächen auf. Darum sollen mit Einführung des digitalen Verkehrsfunks (*RDS/TMC*) für den einzelnen Verkehrsteilnehmer die Aktualität und die grenzüberschreitende Verfügbarkeit von orts-, verkehrszonen- sowie streckenbezogenen Verkehrsrundfunkinformationen gesteigert werden. Zur besseren Zusammenarbeit zwischen den Rundfunkanstalten, Landesmeldestellen, Polizeidienststellen und den örtlichen Erfassungsstellen bzw. Verkehrsrechnerzentralen werden Meldeketten aufgebaut, die mit nur geringfügigen Verzögerungen regional differenzierte Verkehrsmeldungen zur Übertragung in den Rundfunkanstalten bereitstellen. Die zunehmende Verwendung automatischer Detektionseinrichtungen zur Erfassung aktueller Verkehrssituationen und von Witterungseinflüssen gewährleistet, daß die Zahl der registrierten Verkehrsstörungen und somit die Genauigkeit der Verkehrsmeldungen zunimmt.

RDS/TMC ist in verschiedenen Feldversuchen erprobt worden, nicht zuletzt auch in Nordrhein-Westfalen im Rahmen des Feldversuches BEVEI (BEssere VErkehrsInformation). Dieser hat gezeigt, daß die automatisch erfaßten Störungen rund 15 Minuten und die manuell erfaßten Polizeimeldungen rund 30 Minuten früher als mit den bisherigen Möglichkeiten des Verkehrswarndienstes zur Verfügung stehen. Von der Eingabe im Rechner der Landesmeldestelle bis zur Ausgabe im Fahrzeug wurde eine Zeitspanne von 30 Sekunden benötigt (Heusch/Boesfeld 1994). Beim Feldversuch Munich COMFORT haben 70 % der Versuchsteilnehmer die über RDS/TMC generierten Verkehrsmeldungen positiv bewertet (Obert 1996). Ferner konnte in der Regel die Zeitverzögerung zwischen Erfassung und Sendung der Verkehrsstörungen von elf Minuten auf zwei Minuten verkürzt werden.

Mit Hilfe von Simulationsszenarien und einem Verkehrsflußmodell wurden an der RWTH Aachen Einflußmöglichkeiten von TMC auf das Verkehrsgeschehen untersucht. In drei Szenarien wurden unterschiedliche TMC- und Verkehrsfunk-Nutzungsgrade bis hin zum vollständigen Ersatz der analogen durch die digitalen Verkehrsnachrichten angenommen. Es ergaben sich deutliche Verbesserungen des Verkehrsgeschehens, auch für die nicht mit TMC ausgerüsteten Fahrzeuge (in allerdings geringerem Maße). Für die TMC-Nutzer würde im Mittel die Reisestrekke um 2 bis 3 % zunehmen und die Reisezeit um bis zu 9 % abnehmen. Die Stauverweilzeit hat sich nach den Modellrechnungen sogar um bis zu 19 % und die CO-Emission um bis zu 7 % reduziert (Kayser et al. 1995).

Dynamische kollektive Verkehrsbeeinflussungsanlagen (VBA) wurden in Deutschland erstmals 1960 eingeführt. 1994 existierten bereits 40 Anlagen auf Bundesautobahnen und 60 auf Bundesstraßen, weitere 70 sollen bis einschließlich 1997 hinzukommen. In der Regel handelt es sich um *Streckenbeeinflussungsanlagen*, es existieren aber auch *Wechselwegweisungsanlagen (Netzbeeinflussung)* sowie Kombinationen beider Systeme. Streckenbeeinflussungsanlagen arbeiten mit Wechselverkehrszeichen der Straßenverkehrsordnung und haben die Anwendungsbereiche Warnung und Gebote für die Autofahrer bei Gefahrensituationen sowie Anzeige von zulässigen Höchstgeschwindigkeiten bei hohen Verkehrsbelastungen oder ungünstigen Witterungsverhältnissen. Sie tragen zur Erhöhung der Durchlaßfähigkeit und zur Verbesserung der Verkehrssicherheit auf einem Streckenabschnitt bei. Wechselwegweisungsanlagen bzw. Netzbeeinflussungsanlagen dienen dem Ausgleich von Verkehrsbelastungen in Maschen des Verkehrsnetzes (vornehmlich von Autobahnen) und der Umleitung von Verkehrsströmen im Falle von Störungen (Der Elsner 1996).

Bisherige Erfahrungen mit Streckenbeeinflussungsanlagen haben gezeigt, daß deren Einsatz zu einem Rückgang der Unfälle um bis zu 30 Prozent, der Unfälle mit Personenschaden um bis zu mehr als 50 Prozent führen kann. Streckenbeeinflussungsanlagen wirken sich vor allem auf die Verkehrssicherheit aus, rein verkehrliche Effekte spielen hier nur eine untergeordnete Rolle. Straßenbauverwaltungen und Polizei beurteilen den Einsatz von Verkehrsbeeinflussungsanlagen insgesamt als sehr positiv (Bouska 1995). Dazu mag auch eine – verglichen mit festen Beschilderungen – höhere Akzeptanz solcher situationsbedingten Verkehrshinweise und Verkehrsbeschränkungen seitens der Kraftfahrer beitragen, die um so größer ist, je mehr deren Sinnfälligkeit unmittelbar einsichtig ist. Allerdings sind damit auch höhere Erwartungen an die Zuverlässigkeit der Informationen verbunden, denen bei der Steuerung solcher Systeme Rechnung getragen werden sollte. Eine wesentliche Einbuße an Akzeptanz könnte die Folge sein, wenn offensichtliche Falschmeldungen in die (dynamische) Informationsweitergabe an den Nutzer einfließen (ISV 1997 a). Die Praxis im Stuttgarter Raum zeigte, daß vor allem in Ausnahmesituationen, die mit Handschaltungen verbunden sind, Koordinierungsschwierigkeiten zwischen der Verkehrsleitzentrale des Landes, Polizeidienststellen und den für den Winterdienst zuständigen Straßenmeistereien festzustellen waren.

Über die Wirkungen von Wechselwegweisungsanlagen zur Netzbeeinflussung liegen nur wenige empirisch gesicherte Ergebnisse vor. Die bisher durchgeführten Wirkungsanalysen beschränken sich auf die Quantifizierung der durch Umleitungsempfehlungen auf Alternativrouten geleiteten Verkehrsanteile. Im Fall der Wechselwegweisungsanlage Nürnberg/Würzburg führt eine Umleitungsempfehlung, die mit dem Hinweis „Staugefahr" begründet wird, zu einer Verlagerung von etwa 5 bis 15 % des Verkehrs von der Normal- auf die Alternativroute. Dieser Anteil erhöht sich nochmals um 5 %, wenn die

Umleitung mit einem konkreten Stau begründet wird. Zwar können mit Wechselwegweisunganlagen Beiträge zur Entlastung bestimmter Streckenabschnitte geleistet werden, eine Verlagerung von Fahrten auf andere Verkehrsträger ist damit jedoch nicht verbunden. Die Auswirkungen auf die Fahrleistungen sind situationsabhängig und damit nicht eindeutig zu beurteilen. Untersuchungen haben gezeigt, daß die Akzeptanz von Umleitungsempfehlungen mit zunehmendem Umwegfaktor erheblich abnimmt (Balz 1995). Der Befolgungsgrad von Leitempfehlungen ist zudem von den persönlichen Erfahrungen der Fahrer abhängig. Die Empfehlung einer Alternativroute bei Wechselwegweisungen ist in der Regel mit Umwegen verbunden. Sie ist nur dann gerechtfertigt, wenn eine Überlastung der Alternativroute mit großer Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden kann. Anderenfalls würden mittel- und langfristig die Glaubwürdigkeit der Leitempfehlungen beeinträchtigt und deren Wirksamkeit eingeschränkt. Verschärft würde das Problem, wenn Fahrer eine Nichtbefolgung der Leitempfehlungen mit einem Erfolgserlebnis verbinden könnten (Steierwald/Zackor 1987).

VBA mit variablen Höchstgeschwindigkeiten und Stau- und Nebelwarnung sind gegenwärtig auf ca. 500 km Autobahnstrecken installiert. Hinzu kommen Autobahn-Netzmaschen mit einer Gesamtlänge von 3200 km, auf denen Wechselwegweiser Umleitungsempfehlungen geben. Weitere Anlagen sind auf Bundestraßen in Betrieb. Das Bundesministerium für Verkehr hat für Verkehrsbeeinflussungsmaßnahmen bis Ende 1995 insgesamt mehr als 650 Mio. DM aufgewendet, hiervon etwa 600 Mio. DM für Anlagen auf den Bundesautobahnen. Im bis zum Jahr 2000 fortgeschriebenen Programm zur Verkehrsbeeinflussung auf Autobahnen des BMV sind weitere Maßnahmen mit einem Mittelaufwand von mehr als 600 Mio. DM geplant. Die Länge der mit variablen Höchstgeschwindigkeiten und Stau- und Nebelwarnung versehenen Strecken wird danach auf etwa 1100 km bis Ende 2000 zunehmen, auf etwa 800 km sind weitere Wechselwegweisungssysteme geplant. Künftig sollen die Informationen aus VBA über die Verkehrssituation auf Autobahnen als Datenquelle für andere Telematiksysteme zur Verfügung stehen.

Parkleitsysteme in den Städten zeigen den Weg zu Parkplätzen sowie die Zahl der verfügbaren Stellplätze an. Sie sollen einen Beitrag zur Reduktion des Parksuchverkehrs leisten, indem sie frühzeitig den Kfz-Lenker auf die aktuelle Parkplatzsituation und die freien Stellplatzkapazitäten – vor allem in den innerstädtischen Parkhäusern – hinweisen. Sie werden heute bereits in vielen Städten mit dem Ziel der Entlastung der Innenstädte vom motorisierten Individualverkehr eingesetzt. Daneben finden Parkleitsysteme auch bei größeren Park-and-Ride-Anlagen (P+R-Anlagen) in der Regel an der Peripherie von Großstädten Anwendung, wobei hier zusätzlich auch die Abfahrtszeiten bzw. die Fahrtakte der öffentlichen Verkehrsmittel angegeben sein können.

Die Steuerung von Parkierungsanlagen, die an ein zentrales Parkleitsystem angeschlossen sind, erfolgt durch Meldungen über die Belegung bzw. freie Kapazitäten an eine zentrale Auswerteeinheit. Diese rechnergestützte Steuereinrichtung wertet alle Meldungen aus und leitet die Schaltbefehle an die straßenseitigen Anzeigeeinrichtungen weiter. Im Steuerungsmodell des Parkleitsystems können zur Vereinfachung der Steuerbefehlsgenerierung bekannte Verteilungen oder tageszeitliche Schwankungen des Parksuchverkehrs berücksichtigt werden. Zudem können Parkhäuser und P+R-Anlagen mit einem Leitsystem ausgestattet werden.

Untersuchungen zur Auswirkungen von Parkleitsystemen haben nur eine begrenzte Wirksamkeit ergeben. Erreicht wird neben dem offenkundigen Informationsgewinn der Kraftfahrer auch eine gleichmäßigere Auslastung der angeschlossenen Parkierungsanlagen. Eine Reduzierung des Parksuchverkehrs, der in seinem Umfang ohnehin häufig überschätzt wird und nur etwa 10 % bis maximal 20 % des gesamten motorisierten Verkehrs in den Innenstädten beträgt (ISV 1997 a), kann nur in sehr begrenztem Maße festgestellt werden und ist vor allem von begleitenden Maßnahmen abhängig (Abbau legaler Stellplätze im öffentlichen Straßenraum).

Eine Verminderung der Warteschlangen vor den Parkierungsanlagen kann durch Parkleitsysteme i. d. R. erreicht werden (Topp et. al. 1994; Boltze et. al. 1994). Dagegen haben Parkleitsysteme keine oder eher kontraproduktive Auswirkungen auf die Verkehrsmittelwahl (Ausnahme P+R), da bis auf wenige Stunden und Tage im Jahr freie Stellplatzkapazitäten zumindest in peripher gelegenen Parkhäusern der Innenstädte vorhanden sind und diese folgerichtig auch angezeigt werden müssen, um das System glaubhaft zu präsentieren. Außerdem erfolgt die Information erst während der Fahrt.

Anhand von Simulationsrechnungen konnte gezeigt werden, daß das an der Technischen Universität Delft in Holland entwickelte dynamische Parkmanagementsystem mit einer Vorbuchung von Parkplätzen in der Innenstadt zu einer erheblichen Reduktion der Fahrleistungen in der Innenstadt führen kann (Minderhoud/Bovy 1996).

Die Verkehrsführungskonzepte verschiedener deutscher Städte verfolgen das Ziel, den Parksuchverkehr mit Hilfe von Leitsystemen bereits am Rande der Ballungsräume auf *P+R-Anlagen* umzuleiten. In Zukunft will man sich dafür verstärkt auch moderner Informationssysteme bedienen, die Auskunft geben sollen über die aktuelle Verkehrssituation in der Innenstadt, die Entfernung zum nächsten P+R-Terminal, die Zahl der freien Stellplätze und die aktuellen Abfahrtszeiten der nächsten ÖV-Verbindung. Deren Wirksamkeit wird allerdings kontrovers diskutiert: Während auf der einen Seite positiv hervorgehoben wird, daß solche Systeme zu einer höheren Akzeptanz von P+R und zur Entlastung der Innenstädte beitragen sollen, wird auf der anderen Seite kritisch angemerkt, daß der früher auf jeden Fall P+R nutzende und nun besser informierte Autofahrer bei entsprechender Verkehrssituation doch mit dem Auto in die Stadt fahren und damit dem ÖPNV die häufig unwirtschaftliche „Überlauffunktion" zugedacht würde. Insbesondere für die ÖV-Nutzer im Innenstadt-

bereich stellt eine zusätzliche Belastung der während der Spitzenzeit ohnehin stark frequentierten Strekken eine erhebliche Qualitätseinbuße dar, zusätzliche Angebote können in den Spitzenzeiten wegen der eingeschränkten Kapazität der Netze und aus wirtschaftlichen Gründen in der Regel nur in begrenztem Umfang erbracht werden.

Bei den Untersuchungen zum dynamischen P+R-Leitsystem im Rahmen des Projektes Munich COMFORT (siehe Abschnitt 7) ergab sich, daß an Normalwerktagen etwa 16% und an Veranstaltungstagen zwischen 20 und 50% der P+R-Nutzer durch das Leitsystem zur P+R-Nutzung animiert wurden. Allerdings war hier die direkte Abgrenzung von ständigen P+R-Nutzern schwierig, da P+R-Angebot und Leitsystem zeitgleich in Betrieb gingen (Schönharting/Csallner 1995). Berechnungen zur Reduktion der Fahrleistungen wurden zwar durchgeführt, haben aber ohne Bezug zum Gesamtverkehrsgeschehen keine Aussagekraft.

In einigen Entwicklungskonzepten werden weitere Ideen verfolgt. So soll in individuellen Fahrerinformationssystemen eine Parkleitfunktion integriert werden oder eine Vorausbuchung eines dann reservierten Parkplatzes möglich sein. Solange erstgenannte Funktion nur eine Ergänzung der heute verfügbaren kollektiven Systeme darstellt, dürften hier keine grundsätzlich neuen verkehrlichen Wirkungen zu erwarten sein. Möglicherweise anders wäre die Situation, wenn nennenswerte Parkraumkapazitäten exklusiv für Nutzer individueller Informationssysteme bereitgehalten würden. Inwieweit die Möglichkeit der Vorausbuchung von Parkraum das individuelle Verkehrsverhalten beeinflußt, kann nicht abschließend beurteilt werden. Es steht jedoch zu vermuten, daß diese einer Verlagerung auf den öffentlichen Verkehr entgegensteht, da der heute häufig zu verzeichnende Zeitverlust infolge der Parkplatzsuche wegfiele und der Komfortvorteil des eigenen Pkw wieder an Gewicht gewänne. Einer Realisierung dieser Funktion in nächster Zeit dürften jedoch noch einige technische und organisatorische Probleme entgegenstehen.

3.2 Individuelle Navigations- und Zielführungssysteme

Zielführungssysteme dienen in ihrer einfachsten Version der Navigation, dem Finden eines gewünschten Zieles und der Ermittlung des günstigsten (z. B. schnellsten, kürzesten oder landschaftlich schönsten) Weges dorthin.

Fahrzeugautonome Navigationssysteme werden seit Anfang der neunziger Jahre angeboten. Mit ihrer Hilfe wird der Fahrer eines Fahrzeuges zu einem von ihm vorher eingegeben Ziel geleitet. Die Informationen zum Straßennetz sind auf Compact Disc gespeichert, die Aktualität der Leitempfehlungen ist durch die Aktualität der CD-ROM bestimmt. Autonome Zielführungssysteme bestehen aus einem Bordrechner, Display, CD-Player (digitale Straßenkarten) und einem elektronischen Kompaß bzw. Radsensoren. Die Zielführung erfolgt akustisch über Lautsprecher und optisch über Karten- und Wegweiserdarstellungen auf einem Display.

Eine Erweiterung und Ergänzung dieser Systeme erfolgte durch die Integration einer Positionsbestimmung mit Hilfe externer Infrastruktur (Retscher/Koppensteiner 1996). Dazu gehören beispielsweise Induktionsspulen in der Fahrbahn, Baken am Fahrbahnrand oder satellitenbasierte Systeme. Mit der Verbesserung und Miniaturisierung der GPS-Empfänger kommen vor allem diese zur Positionsbestimmung immer häufiger als preisgünstige Alternative zum Einsatz.

Sowohl die fahrzeugautonomen als auch die kombinierten Systeme können in den oben beschriebenen Ausprägungen keine Informationen zur aktuellen Verkehrssituation verarbeiten und folglich auch keine daraus abgeleiteten Routen- und Leitempfehlungen geben. Sie sollen darum – in Abgrenzung zu den unten beschriebenen dynamischen Systemen, die dieses leisten – im folgenden als *statische Systeme* bezeichnet werden. Eine weitere Schwachstelle der statischen Navigations- und Zielführungssysteme liegt in der Tatsache, daß systembedingt CD-ROM-basierte Daten einem deutlichen Aktualitätsschwund unterliegen. Man schätzt, daß sich bis zu 10 % der Landkartendaten innnerhalb eines Jahres ändern. Zudem sind die CD-ROM verschiedener Anbieter nicht miteinander kompatibel. Digitale Karten unterschiedlicher Systeme können somit nicht eingesetzt werden; die Erzeugung und Fortführung der Karten liegt in den Händen der jeweiligen Systemanbieter. Der fehlende gemeinsame Bezug der digitalisierten Karten führt zu einem uneinheitlichen kartografischen Standard und in weiterer Folge zu unterschiedlichen Inhalten und Genauigkeiten der Karten (Retscher/Koppensteiner 1996). In diesem Bereich existieren jedoch bereits Standardisierungsbemühungen.

Dynamische Zielführungssysteme können Informationen zur aktuellen Verkehrssituation empfangen und verarbeiten und daraus abgeleitete Routen- und Leitempfehlungen geben. Für die technische Ausgestaltung solcher Systeme gibt es mehrere Ansätze:

- Systeme *mit fahrzeuginterner Datenspeicherung und -verarbeitung.* Man baut hier auf den verfügbaren statischen Zielführungssystemen auf und erweitert diese um die Möglichkeit, externe digital vorliegende Verkehrsinformationenen zu empfangen und in die Erarbeitung der Empfehlungen zu integrieren. Als Übertragungsmedium für die Verkehrsinformationen ist hier vor allem RDS/TMS vorgesehen, grundsätzlich kommen aber auch andere Kommunikationswege (z. B. Mobilfunk, Baken, DAB) in Frage.
- Systeme mit *fahrzeugexterner Datenspeicherung und -verarbeitung.* Nach Übermittlung des Standortes sowie des im Fahrzeugrechner eingegebenen Zieles ermittelt ein Rechner in einer Zentrale die zu fahrende Route. Dabei sollen kontinuierlich über Meßstationen und Bordgeräte erfaßte Straßendaten bei der aktuellen Ermittlung der Leitempfehlungen einbezogen werden, ggf. werden außerdem Verkehrsdaten von Automobilclubs und

den Behörden in die zentralen Recher eingespeist. Der Fahrzeugrechner dient sowohl zum Zwecke der Navigation als auch dem automatischen Informationsaustausch zwischen dem Fahrzeug und der externen Infrastruktur. Da bei einem dynamischen Leitsystem alle Informationen, die die Bordgeräte benötigen, von einem Leitrechner geliefert werden, ist eine Speicherung digitalisierter Straßendaten im Fahrzeug nicht notwendig. Auf diese Weise ist eine zentrale Aktualisierung des Datensatzes schnell und unkompliziert durchführbar. Gleichzeitig könnten die Fahrzeuge mit Hilfe der Bordrechner zu einer besseren und großräumigeren Verkehrsdatenerfassung beitragen, indem Informationen über Ort und Geschwindigkeit des Fahrzeuges an die Zentrale übertragen werden („floating car data"). Für die hier notwendige bidirektionale Kommunikation können entweder straßenseitige Sende-/Empfänger-Einrichtungen (z.B. Baken) oder Mobilfunk zum Einsatz kommen. Mehrere Ansätze sind bereits erprobt worden, bakenbasierte Verfahren scheinen sich jedoch – zumindest in Deutschland – nicht durchsetzen zu können. Der Vorteil eines auf GSM aufgebauten Systems wäre, daß dieses System derzeit am schnellsten europaweit zur Verfügung stehen würde und die Kosten für den Infrastrukturausbau relativ gering im Vergleich zu einem Bakensystem wären.

Erste Schritte zur Schaffung eines kommerziellen Systems zur individuellen Zielführung wurden bereits Anfang der neunziger Jahre unternommen. Für den Aufbau, die Vermarktung und den Betrieb eines Verkehrsleit- und Verkehrsinformationsdienstes, insbesondere des individuellen Leitsystems EURO-SCOUT, ist Mitte 1994 die COPILOT GmbH & Co. KG gegründet worden. Die Geschäftsanteile wurden zu jeweils 31,8 % von der Robert Bosch GmbH, dem Daimler-Benz-Unternehmen ITF Intertraffic GmbH und der Siemens AG, zu 3,6 % von der Mercedes-Benz AG und zu 1 % von der Volkswagen AG gehalten. COPILOT hatte mit mehreren Städten Verhandlungen über den Aufbau dieser Dienste geführt. Konkrete Vereinbarungen wurden allerdings nur mit den Städten Stuttgart und Berlin getroffen. Die geschätzten Investitionskosten von 750 Mio. DM für die Installierung sollten von dieser Gesellschaft aufgebracht und mit den Nutzergebühren wieder erwirtschaftet werden. Zum 31. Januar 1996 wurde die Geschäftstätigkeit von COPILOT vorläufig eingestellt. Hierbei können auseinanderlaufende wirtschaftliche Interessen der Beteiligten eine Rolle gespielt haben. Es ist aber auch vorstellbar, daß die schwindende technische Aktualität und der organisatorische Aufwand des bakengestützen Systems im Vergleich zu satellitengestützen Systemen für diese Entscheidung von Bedeutung waren. Nach dem Marktausscheiden von COPILOT sind bezüglich des Aufbaus von Diensten zur individuellen dynamischen Zielführung in Ballungsräumen keine weiteren Aktivitäten kommerzieller Anbieter bekannt geworden.

Für die *individuelle dynamische Zielführung und Routenplanung auf Fernstraßen* werden derzeit mehrere Konzepte verfolgt. Die wohl ambitioniertesten Systeme werden gegenwärtig durch Tochterunternehmen der beiden Mobilfunkanbieter Deutsche Telekom und Mannesmann sowie Elektrotechnikunternehmen eingeführt. Hierbei setzt man auf den Einsatz von GPS in Verbindung mit dem GSM-Mobilfunk. Mannesmann Autocom und T-Mobil sowie die mit ihnen verbundenen Unternehmen werden einen gemeinsamen technischen Standard für verkehrstelematische Dienste anwenden. Sie haben sich darauf geeinigt, nur noch diesen gemeinsamen Standard einzusetzen.

Die prinzipiellen Funktionsweisen des T-Mobil- und des Mannesmann-Konzeptes sind identisch: Elektronik an Bord der sich im Verkehrsfluß befindenden Fahrzeuge registriert deren Position (mittels GPS), Geschwindigkeit und Richtung. Die Daten („floating car data") werden über Mobilfunk (GSM-Netze) an Großrechner übertragen und dort zu einem Abbild der Verkehrssituation verarbeitet, welches ebenfalls per Mobilfunk in die Fahrzeuge gesendet wird. Die Daten in den Verkehrsrechnern werden ergänzt durch Informationen aus Feststationen sowie weiteren Quellen. Das Grundkonzept eines solchen Systems zur vollautomatischen, flächendeckenden Verkehrsdatenerfassung wird seit April 1996 im Rahmen des Feldversuchs VERDI (Vehicle Relayed Dynamic Information) von der Mannesmann Autocom in der Region Rhein-Ruhr unter Einsatzbedingungen getestet.

Erste kommerzielle Dienstleistungen sind seit Ende 1996 für die Betreiber von Fahrzeugflotten verfügbar. Für den Individualverkehr wurde Mitte 1997 mit einer Markteinführung von speziellen Informationsdiensten begonnen. Die Angebote unterscheiden sich in der Qualität der den Leitzentralen zur Verfügung stehenden Daten wie auch nach Inhalt und Darstellung der bereitgestellten Informationen. Einfachere Systeme basieren auf der Kommunikation mit einer Servicezentrale, die dem Fahrer auf seine Anforderung hin sprachgesteuert (über Mobilfunk) Leitempfehlungen übermittelt. Die Zentralen verfügen z. T. nur über die Verkehrsinformationen von Behörden und Automobilclubs, andere beziehen auch selbst erhobene aktuelle Verkehrsdaten ein. Von den Zentralen werden den Fahrern dann entweder nur Empfehlungen für eine individuelle, der aktuellen Verkehrslage angepaßte Route gegeben, oder sie erhalten permanent Empfehlungen, mittels derer sie „online" zum Ziel geleitet werden. Gegenwärtig sind diese Dienste noch mit recht hohen Kosten verbunden. Neben den Kosten für Mobilfunkausrüstung und GPS-Empfänger fallen insbesondere die hohen Kommunikationskosten, zu denen außerdem noch ein Gebührenzuschlag für den Dienst berechnet wird, ins Gewicht.

In einer weiteren Stufe wird die Informationsausgabe über grafische Displays angestrebt. Neben den Leitempfehlungen sollen dann u.a. Informationen zur Verkehrslage auf der ausgewählten Route sowie zur großräumigeren Verkehrssituation dargestellt werden. Daneben sollen Service-Angebote übertragen werden.

Allen dynamischen Zielführungssystemen, aber auch anderen Verkehrstelematikdiensten, ist die *Problematik der Verkehrsdatenerfassung* gemeinsam. Für aktuelle, plausible und akzeptierte Leitempfehlungen müssen in den zentralen Rechnern Echtzeit-Informationen über die aktuelle Verkehrslage vorhanden sein. Aktuelle Echtzeit-Verkehrsdaten werden derzeit in Deutschland vor allem von den Verkehrsleitzentralen der Länder und der Städte erhoben. Allerdings ist die Sensordichte, da weitgehend auf Autobahnen sowie ausgewählte Hauptverkehrsstraßen in Ballungsräumen begrenzt, für Zwecke der dynamischen Zielführung nicht annähernd ausreichend.

Potentielle Diensteanbieter haben in der Vergangenheit wiederholt gefordert, auf die Daten der öffentlichen Hand zurückgreifen zu können. Zudem sollte die öffentliche Hand eine flächenhafte Erfassung aktueller Verkehrsdaten realisieren und dadurch privatwirtschaftliches Handeln fördern. Die öffentliche Hand hingegen hat ein derartiges Ansinnen immer wieder abgelehnt. Beide Seiten haben aber ihr Interesse bekundet, beim Verkehrsdatenmanagement zusammenzuarbeiten. So wird bis zum Jahr 2000 im Zuge der Errichtung von Verkehrsbeeinflussungsanlagen eine automatische Verkehrsdatenerfassung auf etwa 3200 km der Autobahnen realisiert sein, deren Daten u. a. auch für dynamische Zielführungssysteme genutzt werden können. Für ein gemeinsames öffentlich-privates Verkehrsdatenmanagement sind jedoch noch zahlreiche Fragen zu klären, beispielsweise wie die unterschiedlichen Zuständigkeiten für Datenbeschaffung und Dienste geregelt werden sollen, wie die notwendige Investitionsbereitschaft der öffentlichen Hände geschaffen werden kann, was in privater Regie übernommen werden soll und kann und welche Refinanzierungskonzepte rechtlich akzeptabel und sozial zumutbar sind (Braess 1996). Da eine flächendeckende Erfassung über infrastrukturbasierte Sensorik weder wirtschaftlich noch technisch sinnvoll ist und zudem zahlreiche weitere Probleme aufwirft, wird verstärkt auf eine von der ortsfesten Infrastruktur unabhängige Datenerhebung über sogenannte floating car data gesetzt. Diese setzt jedoch eine Mindestzahl von beteiligten Fahrzeugen voraus, weshalb – zumindest für eine Übergangszeit – eine zusätzliche stationäre automatisierte Datenerfassung notwendig sein wird. Deshalb haben Tochter-Unternehmen der beiden D-Netz-Mobilfunkanbieter für die Generierung präziser und aktueller Daten über die Verkehrssituation auf den Bundesstraßen und Autobahnen eine gemeinsame Tochter (DDG – Gesellschaft für Verkehrstelematik mbH) gegründet, die bereits mit der Erhebung von Verkehrsdaten auf den Autobahnen begonnen hat. Es wird eine von öffentlichen Datenquellen unabhängige eigene Erfassung aufgebaut werden, deren Kosten über Benutzergebühren für Verkehrstelematik-Dienste finanziert werden soll. Der Bund hat einen Mustergestattungsvertrag für die Verkehrsdatenerfassung erarbeitet.

Damit Routenempfehlungen durch eine dynamische Zielführung für die Fahrer glaubwürdig sind, müssen sie eine für einen entsprechenden Zeithorizont prognostizierte Verkehrsentwicklung auf den beteiligten Strecken berücksichtigen. Dafür geeignete Prognosemodelle fehlen bislang weitgehend, sie befinden sich derzeit erst in der Entwicklung. Gegenüber Prognosen für die kurzfristige Verkehrsentwicklung in Städten und Ballungsräumen, für die ein Prognosehorizont von etwa einer halben Stunde ausreichend sein dürfte, sind die Aufgaben für Leitempfehlungen im Fernverkehr durch besondere Merkmale gekennzeichnet. Da Fahrer oft geraume Zeit auf der Umleitungsstrecke verbleiben, wegen des grobmaschigeren Straßennetzes bei einer gestörten oder überlasteten Strecke kaum Alternativrouten existieren und die dazu gehörenden Entscheidungspunkte oft weit auseinander liegen (Cremer 1996), muß der Prognosehorizont länger und die Zuverlässigkeit deutlich höher sein, um eine hohe Qualität der Leitempfehlungen erzielen zu können.

Individuellen dynamischen Zielführungssystemen (IDZ-Systemen) wird in der öffentlichen Diskussion besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Dies ist sicher zum Teil durch die Faszination begründet, die sie auf viele Verkehrsteilnehmer (hier insbesondere Autofahrer) ausüben. An ihnen entzündet sich aber auch in besonderer Weise die Kontroverse um mögliche Anwendungsphilosophien und Auswirkungen eines verbreiteten Einsatzes derartiger Techniken.

Unklar sind die *verkehrlichen wie auch die Umweltwirkungen* einer Nutzung von individuellen dynamischen Zielführungssystemen. Diese können zunächst abhängig von ihrer konkreten Ausgestaltung und der Anwendung durch die Verkehrsteilnehmer sowohl intramodale wie intermodale Verkehrsverlagerungen bewirken. Eine *intramodale zeitliche Verlagerung* – die Verschiebung von Fahrten in Zeiten geringerer Verkehrsbelastung – führt zu einer Entlastung hochbelasteter Strecken. Die Umweltwirkungen sind abhängig von den spezifischen Verkehrssituationen, allgemeine Aussagen hierzu sind nicht möglich. Vor allem eine nennenswerte Reduktion des „Stop-and-Go"-Verkehrs in Ballungsräumen läßt jedoch erhebliche Emissionsreduktionen erwarten. Die spezifischen Verbräuche der Fahrzeuge bei „Stop-and-Go"-Verkehr im Schrittempo können bis zu achtmal höher als bei flüssiger Stadtfahrt liegen.

Auch eine *intramodale räumliche Verlagerung* – die Nutzung anderer Transportwege, in der Regel von geringer belasteten Routen – bewirkt eine Entlastung hochbelasteter Strecken. Zugleich bringt sie jedoch eine Erhöhung der Belastung auf Alternativrouten (mit in der Regel geringerer Leistungsfähigkeit), evtl. auch eine verstärkte Nutzung von Wohngebietsstraßen bzw. Ortsdurchfahrten, mit sich. Umweltwirkungen sind hier von der jeweiligen Fahrdynamik auf der Ausgangs- wie auf der Alternativroute sowie von deren jeweiliger Länge abhängig. So steht zu erwarten, daß die Alternativroute in der Regel länger sein wird als die Ausgangsstrecke, die Befolgung von Leitempfehlungen also zu einer „umwegigeren Fahrweise" führt. Zudem wären die Wirkungen der veränderten Immissionssituation (Lärm, Abgase) der Anwohner der jeweiligen Strecken zu berücksichtigen.

Eine *intermodale Verkehrsverlagerung*, der (ggf. auch mehrmalige) Wechsel des Verkehrsträgers für den gesamten Weg oder eine Teilstrecke, kann ebenfalls zu Entlastungen von belasteten Strecken führen. Insbesondere die durch Leit- und Informationssysteme bewirkte bzw. unterstützte Verlagerung von Verkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger verspricht nachhaltige Entlastungswirkungen.

Ungeklärt ist in diesem Zusammenhang jedoch, inwieweit Entlastungen im Straßenverkehrsnetz wegen der höheren Attraktivität staufreier Straßen zu einer Rückverlagerung oder gar zu einer erhöhten Verkehrsnachfrage führen, die Verlagerungseffekte also möglicherweise konterkarieren oder kompensieren und so zu einer Erhöhung der Gesamtbelastung sowohl der Infrastruktur als auch von Mensch und Umwelt beitragen werden. Zudem gibt es Hinweise, daß die Verfügbarkeit solcher IDZ-Systeme das Verkehrsverhalten ändert, insbesondere zu einer Steigerung der Verkehrsnachfrage im Straßenverkehr führt. Bei Untersuchungen innerhalb des EU-Projektes EDDIT (Elderly and Disabled Drivers and Information Telematics) gaben 40 % der befragten „älteren Fahrer" an, mit solchen Systemen mehr Fahrten zu unbekannten Zielen unternehmen zu wollen; 9 % würden häufiger fahren.

Ein weiteres Problem ist mit der Wirkung von individuellen Zielführungssystemen bezüglich der Verknüpfung von öffentlichem Verkehr und Individualverkehr, insbesondere mit dem Wechsel in öffentliche Verkehrsmittel verbunden. So soll die Bereitstellung von aktuellen Informationen zur Verkehrssituation und zum ÖV-Angebot in einem Ballungsraum dazu führen, daß der Fahrer gegebenenfalls vom Auto in den ÖV wechselt. Diese Vorstellung verkennt jedoch, daß viele heute existierende Systeme aufgrund ihrer technischen Auslegung (feste Installation im Fahrzeug) den Fahrer nachhaltig an das Fahrzeug binden und den leichten Wechsel zwischen den Transportmitteln eher verhindern denn befördern. Abhilfe könnten hier Systeme schaffen, die auch außerhalb des Fahrzeuges nutzbar sind.

Einige weitere offene, für die Bewertung der Wirkungen durchaus bedeutsame Fragen sind:

- der tatsächlich erreichbare Durchdringungsgrad (d.h. der Anteil der mit solchen Systemen ausgestatten Fahrzeugen) bei diesem Dienst,
- der Grad der Befolgung der Leitempfehlungen durch die Nutzer,
- die vorhandenen Ausweichmöglichkeiten und deren Belastung; dieses Problem ist eng verbunden mit dem Durchdringungsgrad, mit dem als Alternative zur Verfügung stehenden Straßennetz sowie mit der Qualität und Gestaltung der Datenbasis und der Optimierungsroutinen im Leitrechner.

Stadtplaner und Vertreter städtischer Verwaltungen weisen darauf hin, daß in den meisten Städten und Ballungsräumen in den Spitzenzeiten die gesamte Infrastruktur ausgelastet ist, folglich alternative Routenempfehlungen gar nicht gegeben werden können. Ein in diesem Zusammenhang häufig diskutiertes Problem ist das bei Überlastung der Durchfahrtsstraßen erwartete Ausweichen auf Wohngebietsstraßen. Dies ist zunächst nicht grundsätzlich auszuschließen, eine Reduktion oder eine Vermeidung dieses Ausweichens macht aktives Handeln der Kommunen nötig. Einige Ansätze sind:

- In den Wohngebieten wird mittels Geschwindigkeitsbegrenzung, Vorfahrtsregelung, Ausweisen von Einbahnstraßen, Abbiegeverboten usw. eine Verkehrsführung derart realisiert, daß potentielle „Schleichwege" möglichst wenig attraktiv sind.
- Mit den Diensteanbietern werden freiwillige Selbstverpflichtungen angestrebt, auf Grund derer die Anbieter Ausweichempfehlungen auf das unterlagerte Straßennetz softwareseitig unterdrücken. Im Austausch dafür stellen die Kommunen den Diensteanbietern Informationen über Veränderungen in der Beschilderung, über Baustellen etc. sofort und unentgeltlich zur Verfügung.

IDZ-Systeme für den Fernverkehr (zunächst weitgehend auf Bundesautobahnen beschränkt) befinden sich bereits in der Markteinführung. Im Unterschied zur Anwendung solcher Systeme in Ballungsräumen werden ihre Auswirkungen aber kaum kontrovers diskutiert, obwohl das Problem der Folgen der Leitempfehlungen durchaus in ähnlicher Form besteht. Wegen des grobmaschigeren Straßennetzes existieren bei einer gestörten oder überlasteten Strecke kaum Alternativrouten auf Bundesfernstraßen, die dazu gehörenden Entscheidungspunkte liegen oft weit auseinander. Darum werden Leitempfehlungen häufig auf das nachgeordnete Straßennetz zurückgreifen, das zum einen für die Aufnahme größerer Verkehrsmengen in der Regel weder konzipiert noch geeignet ist und damit ebenfalls schnell überlastet sein dürfte. Zum anderen führt dies zu einer Erhöhung der Verkehrsbelastungen der Streckenanwohner, insbesondere im Zuge von Ortsdurchfahrten. Insgesamt dürfte diese Situation das Wirkungspotential individueller Verkehrsinformationssysteme für den Fernverkehr begrenzen – nur bei einem geringen Durchdringungsgrad mit solchen Systemen können die Nutzer tatsächlich einen Vorteil erfahren. Das Problem der Überlastung der Infrastruktur im Fernverkehr wird sich dadurch jedoch höchstens punktuell lösen lassen. Zugleich ist nicht auszuschließen, daß die Nutzung solcher Systeme zu insgesamt höheren Fahrleistungen führt. Zur vergleichenden Abschätzung der Umweltwirkungen – Emissionen bei hochbelasteter Infrastruktur vs. Emissionen durch erhöhte Fahrleistungen – wären Untersuchungen an konkreten Anwendungsbeispielen notwendig.

Strittig sind die *Auswirkungen individueller Zielführungssysteme auf die Verkehrssicherheit.* Einerseits könnten sie zur Entflechtung der Verkehrsströme beitragen und damit die Verkehrssicherheit heben. Auf der anderen Seite könnten die zusätzlich übermittelten Informationen den Autofahrer aber auch eher verwirren und überfordern. Letztgenannte These wird beispielweise von holländischen Psychologen gestützt, die im Auftrag des holländischen Verkehrsministeriums in Praxistests die Auswirkungen von an Bord von Fahrzeugen befindlichen RDS/

TMC-basierten Fahrerinformationssystemen auf die Verkehrssicherheit testeten (Verwey 1996). Demzufolge verschlechterte sich die Sicherheit um den Faktor acht, wenn Fahrer während der Fahrt einen RDS/TMC-Filter programmierten. Die visuelle Kartendarstellung und die Sprachausgabe führten immerhin noch zu einer Verschlechterung der Sicherheit um den Faktor drei bis vier. In einer Studie für das Verkehrsministerium von Minnesota (Dewing et al. 1995) wurde ermittelt, daß die Verwendung von visuellen Darstellungen (Karten, Textanzeigen) zu einer größeren Abnahme der Leistungsfähigkeit der Fahrer und zu schlechteren Reaktionszeiten führt, als dies ohne diese Darstellungsformen der Fall war. Auch (Popp/Färber 1997) stellen fest, daß die Informationsausgabe über elektronische Karten lediglich zu einer Ablenkung des Fahrers führt, ohne wirkliche Hilfestellungen zu bieten. Ein verantwortungsbewußter Einsatz der theoretisch vorhandenen technischen Möglichkeiten verbiete die Darstellung von Karten auf einem Display, die optische Darbietung von Abbiegepfeilen mit akustischer Unterstützung sei aus Sicht der Ergonomie und Verkehrssicherheit die „einzig vernünftige und zukunftsträchtige Lösung".

Die Fragen der Normung, Zulassung und Prüfung von Informationssystemen in Fahrzeugen sind noch in der Bearbeitung und der Diskussion. Die Standpunkte hierzu sind in Europa nicht einheitlich. Es läßt sich nicht absehen, wann mit einer Anwendbarkeit von Normen zu rechnen ist (Peters 1997). Öffentliche Hand und Privatwirtschaft haben sich im Rahmen der Tätigkeit des Wirtschaftsforums Verkehrstelematik im November 1996 auf „Leitlinien für die Gestaltung und Installation von Informations- und Kommunikationssystemen in Kraftfahrzeugen" verständigt. Diese geben eine Orientierungshilfe für industrielle Entwicklungsaktivitäten in diesem Bereich, besitzen jedoch keinerlei bindende Wirkung.

In Japan ist ein erstes System zur dynamischen Zielführung mit Beteiligung deutscher Unternehmen realisiert worden. Aufbauend auf dem im April 1996 im Großraum Tokio im Betrieb genommenen System zur kompletten Verkehrssteuerung (VICS; Vehicle Information and Communication System), in dessen Rahmen das weltweit wohl umfassendste Netz für eine dynamische Verkehrsdatenerfassung aufgebaut wurde, bietet die Daimler-Benz-Tochter debis Telematik Japan Co. als Betreibergesellschaft unter dem Namen Intelligent Traffic Guidance System (ITGS) seit April 1997 ein dynamisches Verkehrsinformationssystem an, das auch wesentliche Komponenten aus dem Stuttgarter Projekt STORM (siehe Abschnitt 7) umfaßt. ITGS bietet eine dynamische Routenführung sowie ständig aktualisierte Verkehrsinformationen, die für jeden Nutzer individuell aufbereitet werden.

3.3 Systeme zur Automatischen Gebührenerhebung

Road Pricing – *die Erhebung von Straßenbenutzungsgebühren* – befindet sich seit geraumer Zeit in der politischen und verkehrswissenschaftlichen Diskussion. Zwar ist für das Erheben von Straßenbenutzungsgebühren die Nutzung von IuK-Techniken nicht unbedingt notwendig, viele neue Konzepte der Verkehrssteuerung mittels Straßenbenutzungsgebühren erfordern jedoch die Verfügbarkeit und die Umsetzung moderner technischer Lösungen unter Nutzung von IuK-Techniken. Diese könnten zum Teil auch auf Komponenten für Verkehrstelematik-Dienste zurückgreifen bzw. gemeinsam mit diesen in komplexere elektronische Systeme an Bord von Fahrzeugen integriert werden.

Die Erhebung von Straßenbenutzungsgebühren ist in vielen Ländern seit Jahren gängige Praxis. Hierfür werden in der Regel manuelle Verfahren eingesetzt, die in jüngerer Zeit durch automatisierte Mautstationen ergänzt bzw. ersetzt werden. Allerdings sind in beiden Fällen straßenbauliche Maßnahmen erforderlich, um die Fahrzeuge in bestimmten Spuren zu führen. Zudem wird durch solche Systeme der Verkehrsfluß erheblich behindert. Die in Deutschland vorherrschenden verkehrlichen und infrastrukturellen Bedingungen machen flexiblere vollautomatische Lösungen und somit aufwendigere Systeme zur elektronischen Gebührenerhebung notwendig.

Für eine *Automatische Gebührenerhebung (AGE)* liegen *zahlreiche technische Lösungsansätze* vor, die sich hinsichtlich ihrer Systemkonzeption, der wesentlichen Komponenten sowie der realisierbaren Funktionen zum Teil beträchtlich unterscheiden. Für die Organisation einer AGE gibt es zwei grundsätzliche Modelle:

- Im geschlossenen System findet die Gebührenerhebung grundsätzlich an den Ausfahrten des gebührenpflichtigen Netzes statt. Dabei wird anhand von Informationen über den Ort und den Zeitpunkt der Einfahrt in das gebührenpflichtige Netz auf Basis der zurückgelegten Entfernung die zu entrichtende Gebühr berechnet.
- Im offenen System wird die Gebühr jeweils an einem Querschnitt auf der freien Strecke eines gebührenpflichtigen Abschnittes erhoben.

Aus technischer Sicht kann zwischen passiven und aktiven Systemen unterschieden werden. Zur *passiven Gebührenerfassung* wird eine im Pkw angebrachte elektronische Plakette („tag") genutzt, die bei Anruf codierte Daten überträgt. Passive Systeme werden ausschließlich im Zusammenhang mit Bakentechniken eingesetzt. Diese Baken sind mit Sendern und Empfängern ausgerüstet, die mit entsprechenden, in den Fahrzeugen angebrachten Geräten im Nahbereich (auf der Basis von Mikrowellen oder Infrarot) kommunizieren. Sie können am Fahrbahnrand oder auf Signalbrücken über der Fahrbahn montiert werden. Die Auslösung der Gebührenabbuchung sowie der gesamte Datentransfer erfolgen an dieser „elektronischen Mautstation".

Einfachere Systeme auf tag-Basis zur Erhebung gebietsbezogener Straßenbenutzungsgebühren ohne Variation der Gebührenhöhe wurden beispielsweise in norwegischen Städten realisiert, wo die Autofahrer für Fahrten ins gebührenpflichtige Stadtgebiet Zeitkarten erwerben können, deren Gültigkeit auf elektronischem Weg überprüft wird. Ist diese ungültig,

wird das Fahrzeug fotografiert, der Halter durch das Nummernschild identifiziert und ein Mahnbescheid verschickt.

Kompliziertere Gebührenmodelle verlangen aufwendigere Erhebungsverfahren. In einem solchen Fall reicht eine einfache Gültigkeitskontrolle nicht aus, es müssen fahrzeug- und personenbezogene Daten durch den tag an die Baken übertragen werden. Zusammen mit Orts- und Zeitinformationen werden diese in einem Zentralcomputer verarbeitet und gespeichert, der fällige Geldbetrag wird entweder per Rechnung vom Fahrzeughalter angefordert oder direkt von seinem Konto abgebucht (Postpaid-Verfahren). Allerdings haben hier datenschutzrechtliche Fragen erhebliche Akzeptanzprobleme in der Öffentlichkeit zur Folge. So können mit diesem Verfahren die Bewegungen einzelner Fahrzeuge nachvollzogen werden, aufgrund der notwendigen Speicherung der Daten bis zur Verschickung der Rechnung kann ein Mißbrauch dieser Daten nicht ausgeschlossen werden.

Vorrangig die im vorangegangenen Absatz zusammengefaßten Bedenken haben zur Entwicklung *aktiver Gebührenerfassungssysteme* geführt. Hier wird der Geldbetrag in einer on-board-unit (OBU) von einer wertmäßig vorgeladenen Chipkarte abgebucht (Prepaid-Verfahren). Verzichtet der Nutzer auf das Recht, die ihm von der Karte abgebuchten Gebühren in Frage zu stellen, weist diese Form der Gebührenerfassung einen datenschutzrechtlichen Vorteil auf: Eine Aufzeichnung der Fahrten bzw. personenbezogener Daten ist dann nicht notwendig; die Einrichtung eines personenbezogenen Kontos bzw. die Versendung von Rechnungen entfällt. Erfaßt werden nur jene Verkehrsteilnehmer, die den gebührenpflichtigen Streckenabschnitt ohne Bezahlung passieren wollen. Bestehen die Nutzer jedoch auf der Nachvollziehbarkeit der Abbuchungen, muß das Abrechnungsunternehmen beweisen können, daß das Fahrzeug tatsächlich zu einer bestimmten Zeit auf einer bestimmten Straße gefahren wurde. Das setzt ein Überwachungssystem voraus, mittels dessen die einzelnen Fahrzeuge identifiziert werden und die Informationen gespeichert werden können. Selbst bei zeitlicher Befristung der Speicherung wäre es dann notwendig, Maßnahmen zum Datenschutz zu ergreifen, damit die Daten tatsächlich gelöscht und vorher nicht mißbräuchlich verwendet werden.

Neben den bakenbasierten Systemen sind auch fahrzeugautonome Systeme entwickelt worden. Diese nutzen ebenfalls das Prepaid-Prinzip. Zur Auslösung des Buchungsvorganges müssen diese Geräte getriggert („angestoßen") werden, wenn das Fahrzeug einen bestimmten gebührenpflichtigen Abschnitt befährt. Dies kann entweder durch Vergleich einer an Bord befindlichen Koordinatenliste, die ggf. durch Mobilfunkübertragung aktualisiert werden kann, mit der aktuellen über GPS-Ortung ermittelten Fahrzeugposition oder durch Anstoß über an der Straßenseite aufgestellte Funkbaken erfolgen. Fahrzeugautonome Systeme verzichten weitgehend oder vollständig auf straßenseitige Infrastruktur, dafür sind die Kosten für die OBU jedoch erheblich höher als bei den einfacheren bakenbasierten Systemen.

Zur praktischen Erprobung von Systemen zur automatischen Gebührenerhebung wurde ein Feldversuch auf der A 555 zwischen Köln und Bonn durchgeführt. Anhand einer Ausschreibung wurden im Januar 1994 aus den anfangs mehr als 120 Interessenten zehn Firmenkonsortien für eine Teilnahme am Feldversuch ausgewählt. Die Teilnehmer setzten unterschiedliche Systemkonzepte ein: Sieben der zehn eingesetzten Systeme arbeiteten mit einer Übertragung der Daten durch Baken im Nahbereich (Mikrowellen oder Infrarot), drei Systeme arbeiteten fahrzeugautonom. Mit den getesteten Systemen konnte nachgewiesen werden, daß eine Kommunikation zwischen Fahrzeug und Infrastruktur unter nahezu allen Rahmenbedingungen mit hoher Funktionssicherheit möglich ist. Im Gegensatz dazu wies die Kontrolle erhebliche Schwächen auf. Ungelöst bleiben das Problem der effektiven Überwachung von Nichtzahlern und der Ahndung solcher Vergehen (Gültigkeitsüberprüfung) sowie der Umgang mit Fahrern, die aufgrund von Systemfehlern bei der Erhebung oder Kontrolle in ein Ahndungsverfahren geraten sind. Der TÜV Rheinland sieht zur Zeit keine Möglichkeit, daß kurzfristig ein funktionierendes und datenschutzrechtlich unbedenkliches System für sämtliche Kraftfahrzeuge eingeführt werden kann (TÜV Rheinland 1995). Die Einführung einer Gebührenerhebung für Personenkraftwagen soll daher derzeit nicht weiterverfolgt werden.

Die Einführung einer automatisch zu erhebenden, streckenbezogenen Autobahnbenutzungsgebühr erscheint dagegen für die Teilgruppe der Lkw mit einen zulässigen Gesamtgewicht von mehr als 12 t möglich. Automatische Kontrollen müssen dabei anfangs durch manuelle Verfahren unterstützt werden. Für das weitere Vorgehen ist ein Stufenplan in mehreren Phasen vorgesehen, der es ermöglicht, weitere Technologieverbesserungen zu nutzen, eine Systementscheidung auf der Grundlage eines Wettbewerbes zu treffen, eine Abstimmung auf europäischer Ebene (Interoperabilität, Normung) zu erreichen und insgesamt kostenträchtige Fehlentwicklungen zu vermeiden (Straßenbaubericht 1996).

Hierzu ist anzumerken, daß ein System für die elektronische Erhebung von Lkw-Gebühren auf Autobahnen die Standards für eine flächendeckende automatische Gebührenerhebung für alle Straßenfahrzeuge setzen wird. Dieses System, einmal bundesweit aufgebaut und erprobt, ließe sich aller Wahrscheinlichkeit nach ohne nennenswerte Mehraufwendungen auch für die automatische Gebührenerhebung bei Pkw einsetzen. Aus wirtschaftlichen Gründen dürfte bei der Ausdehnung der Gebührenerhebung auf alle Straßenfahrzeuge ein technischer Systemwechsel unrealistisch sein. Darum sollten bereits an das AGE-System für Lkw Anforderungen gestellt werden, wie sie für ein allgemeines AGE-System Gültigkeit haben müssen. Insbesondere wären die datenschutzrechtlichen Bedenken auszuräumen. Ein wichtiger Problembereich ist dabei die Kontrolle von Falsch- und Nichtzahlern, da die Entwicklung eines hinreichend beweissicheren und gleichzeitig den Anforderungen des Datenschutzes genügenden Kontrollverfahrens schwierig sein

dürfte. Da außerdem die technische Systemgestaltung Auswirkungen auf den Umfang der erforderlichen Datenverarbeitung hat, die tatsächliche Systementscheidung aber bei den – öffentlichen oder privaten – Betreibern der AGE-Systeme liegt und zudem eine bundes- und europaweite Interoperabilität sichergestellt werden muß, scheinen bereits zum jetzigen Zeitpunkt Aktivitäten des Gesetzgebers angezeigt. Diese sollten die technische Gestaltung von AGE-Systemen im notwendigen Umfang rechtlich normieren und datenschutzrechtliche Regelungen für die Datenerhebung und die Datenverarbeitung enthalten.

Mit einem elektronischen Gebührensystem wäre auch eine – aus theoretischer Sicht sehr attraktive *Erhebung von situationsabhängigen Straßenbenutzungsgebühren, beispielsweise in Abhängigkeit von der momentanen Verkehrslage oder der Immissionssituation*, umsetzbar. Grundvoraussetzung ist die Einrichtung entsprechender Meßstellen. Die erhobenen Daten würden dann online an einen Zentralrechner überspielt, der mit diesen und bereits gespeicherten Informationen die zu zahlende Gebühr errechnet, wobei die Gebührenhöhe jeweils so gewählt würde, daß verkehrliche und/oder ökologische Ziele erreicht werden. Inwieweit die gewünschten Reaktionen tatsächlich einsetzen, ist aber offen. Für die Verkehrsmittelwahl sollte ein Autofahrer bereits vor Fahrtantritt wissen, welcher Preis zu entrichten ist. Erfolgt diese Information erst unmittelbar vor Erreichen des gebührenpflichtigen Streckenabschnittes (Zone), so bleibt ihm in der Regel lediglich die Alternative, entweder umzukehren oder den Preis gezwungenermaßen zu bezahlen. In Systemlösungen, bei denen sich die Gebühren in Abhängigkeit von der jeweiligen Situation flexibel verändern, ist es darum sinnvoll, die Gebührenhöhe zumindest über einen bestimmten Zeitraum hinweg konstant zu halten, so daß die Kfz-Nutzer bereits vor Fahrtantritt bzw. rechtzeitig vor dem Erreichen von Übergangspunkten zum öffentlichen Verkehr zuverlässige Informationen zur individuellen Planung erhalten können.

3.4 Weitere Systeme

Weitere Telematikentwicklungen betreffen fahrzeugbasierte Systeme, u. a. für die Diebstahlwarnung und den Notruf, für die Fahrerunterstützung und die „aktive Verkehrssicherheit". Sie sind hier eher der Vollständigkeit halber angeführt, unmittelbare Wirkungen im Hinblick auf die Ziele dieser Untersuchung haben nur die wenigsten von ihnen. Da ihnen aber ein Beitrag zur Erhöhung der Verkehrssicherheit zugeschrieben wird, der zugleich auch zu einer Reduktion der Unfallzahlen führen könnte, könnten sie durch die Reduktion unfallbedingter Überlastungssituationen auf dem Straßennetz mittelbare Entlastungswirkungen mit sich bringen.

Diebstahlwarnungs- und Notrufsysteme gehören zu den ersten umgesetzen fahrzeugbasierten Telematik-Anwendungen im Individualverkehr. Sie gehören zugleich zu den Systemen, die die Entwicklung der mobilfunkbasierten Telematik-Anwendungen wesentlich mit gefördert haben. Insbesondere die Hersteller von Oberklasse-Fahrzeugen sowie Mietwagenunternehmen haben ihr Interesse an entsprechenden Entwicklungen bekundet und diese auch unterstützt.

Höhere Verkehrssicherheit und in einem gewissen Umfang auch gesteigerter Fahrkomfort sind die wichtigsten Beweggründe, die Entwicklung von elektronischen *Systemen zur Fahrerunterstützung* voranzutreiben. Entwicklungsziel sind Systeme, mit denen der Fahrzeuglenker ohne sicherheitsrelevante Verzögerungen unterstützt werden kann. Zu deren potentiellen Einsatzfeldern gehören zum Beispiel Hinderniserkennung, Geschwindigkeitsregelung, Spurführung oder Abstandshaltung. Zahlreiche Entwicklungen fahrerunterstützender Systeme können zur Verbesserung der aktiven Sicherheit im Verkehr beitragen, indem sie entweder automatisch korrigierend den Fahrtverlauf eines Fahrzeuges beeinflussen oder den Fahrer durch akustische und/oder optische Signale auf Gefahren hinweisen. Verschiedene Systeme zur Überwachung des Fahrzeugzustandes sowie zur Einhaltung von Vorgaben wie Sicherheitsabstand oder Höchstgeschwindigkeit haben mittlerweile Marktreife erlangt.

Einige Fahrerassistenzsysteme haben auch direkte kapazitätserhöhende Wirkungen für die Infrastruktur. So wurde von der automatischen Abstands- und Geschwindigkeitsregelung (AICC, Autonomous Intelligent Cruise Control) für den Einsatz auf Autobahnen bei einem Ausrüstungsgrad von mehr als 50 % eine Erhöhung der Verkehrsstärke von bis zu 25 % bei gegebener Verkehrsdichte erwartet; Abschätzungen mittelfristig zu erwartender Ausrüstungsgrade ließen eine Steigerung der Verkehrseffizienz von 5 bis 10 % erhoffen (Braess/Reichart 1995). Diese Erwartungen haben sich nicht erfüllt; unter Berücksichtigung der nach der Straßenverkehrsordnung vorgeschriebenen sicheren Abstände und einer Ausstattungsquote von 50 % wurden Durchflußsteigerungen von nur etwa 1–2 % ermittelt (BMBF 1995).

Grundsätzliche Möglichkeiten und Grenzen der Fahrerassistenz hat Braess zusammengefaßt. Demnach sind bis heute die Fragen der Zuverlässigkeit und der Verfügbarkeit zugehöriger Systeme offen. Das im Falle eines Systemfehlers oder einer Panne augenblicklich notwendige Eingreifen des Fahrers ist in vielen Situationen nicht oder kaum möglich. Bis heute gibt es keine brauchbaren Ansätze, wie ein schneller oder gleitender Übergang zwischen Fahrer und elektronischem Cockpit gesichert wird. Ebenso sind die Effekte des Mischverkehrs automatisch fahrender und klassischer Autos noch völlig ungeklärt. Zudem müßte eine Reihe grundsätzlicher Entscheidungen „programmiert" werden – eine besonders schwierige Frage im Hinblick auf die daraus resultierende Haftungsproblematik (Braess 1997).

Fraglich bleibt folglich, ob derartige Systeme – insbesondere im Individualverkehr – in Breite Einzug halten werden. So nehmen sie dem Autofahren einen Teil seines „Erlebnischarakters". Unklar sind auch die tatsächlichen Beiträge zur Verkehrssicherheit, könnte doch ein „unterstützter" Fahrer im Vertrauen

auf die technischen Systeme zu riskanterem Fahren neigen und dadurch Sicherheitsgewinne kompensieren. Schließlich wären Fragen der Kapazität der Informationsverarbeitung der Fahrer im fahrenden Kfz oder der Auswirkungen einer immer stärkeren Entkopplung zwischen realer Umwelt und dem Fahrer zu klären.

In jüngerer Zeit verstärkt diskutiert wird die Ausweitung des Einsatzes von Komponenten der Unterhaltungselektronik und deren Verbindung mit Verkehrstelematik-Komponenten in einem *„Multimedia-Fahrzeug"*. Dabei sollen die bislang auf unterschiedlichen Plattformen als Insellösung realisierten Dienste auf eine gemeinsame technologische Basis gestellt werden. Intel hat beispielsweise gemeinsam mit Citroën den Prototypen eines Fahrzeugs vorgestellt, der mit der „Connected Car PC-Technologie" ausgestattet ist. Diese wurde von Intel zusammen mit Automobilherstellern, Firmen aus der Kfz-Elektronik und Software-Anbietern entwickelt. Als Plattform dienen die Module der PC-Architektur von Intel. Darauf aufgesetzt werden umfangreiche Hard- und Software-Anwendungen, Kommunikationsfunktionen und Technologien aus der Unterhaltungselektronik. Das Fahrzeug wird also um einen modularen Multimedia-PC ergänzt.

Die Entwickler unterscheiden zwischen einem System für den Fahrer und einem für die Unterhaltung. Das Fahrersystem soll Echtzeitinformationen über Verkehr und Wetter liefern sowie Fahrzeugdiagnose und Kommunikation ermöglichen. Sicherheitseinrichtungen, Routenplanung und dynamische Zielführung sowie elektronische Landkarten und Serviceleistungen wie Hotel- und Restaurant-Informationen sind ebenfalls Teil des Fahrersystems. Das System für die Unterhaltung bzw. für Passagiere soll Kommunikationsmöglichkeiten (Fax, Telefon, e-mail) sowie Computerspiele, Fernsehen, Spielfilme von einer DVD (Digital Versatile Disc), Radio und Internet-Zugang zur Verfügung stellen. Da sich die Lösung streng an der PC-Technologie orientiert, läßt sich jede Software, die auf stationären PC läuft, auch im Fahrzeug-Rechner einsetzen. Intel zielt neben dem Business-Bereich vor allem auf das Familien-Fahrzeug. Die Hersteller hoffen, damit zukünftig in einen Massenmarkt vorstoßen zu können. Der Preis soll etwa in der Größenordnung von 4000 Mark liegen. Im Jahr 1999 soll die gesamte Technologie auf dem Nachrüstmarkt zur Verfügung stehen, für 2000 peilen die Unternehmen die Erstausrüstung der Fahrzeuge an.

4. Telematikanwendungen im Güterverkehr

Telematik-Anwendungen im Güterverkehr liegen häufig nur am Rande des öffentlichen Interesses. Dies ist um so überraschender, als zum einen der Güterverkehr in den Augen von Öffentlichkeit wie Politik als besonders problematisch gilt und zum anderen die Telematik auch im Güterverkehrsbereich zahlreiche Nutzungsmöglichkeiten bietet, die Potentiale zur Effizienzverbesserung bergen. Telematiksysteme im Güterverkehr sollen vor allem den Verkehrsmittel- und Fahrzeugeinsatz im Güterverkehr optimieren, insbesondere die Auslastung der Fahrzeuge erhöhen und die Fahrleistung reduzieren.

Die Ansprüche an den Güterverkehr und damit zusammenhängend an die logistische Leistungserstellung im Speditions- und Transportwesen sind in den letzten Jahren erheblich gestiegen. Damit einher gingen Veränderungen in den Rahmenbedingungen der Logistik, wie etwa die Globalisierung der Beschaffungs- und Absatzmärkte, die Verringerung der Fertigungstiefe und das Outsourcing (was die Transportaufwendungen z. T. erheblich steigen läßt), die Liberalisierung der Verkehrsmärkte sowie neue ökologische Anforderungen an Logistik und Verkehr. Um diesen Trends Rechnung tragen zu können, wird in Transportunternehmen verstärkt an Strategien zur Effizienzsteigerung und Verkehrsvermeidung gearbeitet. Diese beziehen sich auf die Kooperation, die Effizienzsteigerung bei der Disposition der Transportmittel wie auch die Realisierung neuer Logistik-Konzepte.

Die Praxis und die Wissenschaft der Logistik haben sich in den letzten Jahren weiterentwickelt. Es fällt schwer, den technischen Entwicklungsstand zu fixieren oder gar eindeutige Trends und Tendenzen ausfindig zu machen. Logistik-Strategien sowie diesbezügliche Technik und Informatik sind voneinander abhängig und bedingen sich einander. Just-in-time-Lieferstrategien funktionieren nur mit ausfallsicherer Technik und beherrschbaren EDV-Schnittstellen zwischen Lieferanten und Belieferten. Neue Techniken und Kommunikationsformen machen bestimmte Logistikstrategien erst möglich oder fordern diese sogar erst heraus. „Efficient consumer response" (die schnelle Reaktion über mehrere Vertriebs- und Produktionsstufen hinweg) wie auch „Tracing and Tracking" (die jederzeitige Auskunftsbereitschaft über den Verbleib von Sendungen im nationalen und internationalen Parcel-Service) basieren auf neuen Speicher- und Erfassungssystemen und dem Abbau von EDV-Schnittstellen zwischen einzelnen Computer-Systemen (Miebach 1997). Ansätze zur Koordination und Bündelung von Sammel- und Verteilverkehren könnten durch die Integration leistungsfähiger Telematik-Dienste beispielsweise für die Routenplanung, Sendungsverfolgung und Abrechung attraktiver gestaltet werden.

Folgende *Ansätze der Telematik-Anwendung im Güterverkehr* werden derzeit vor allem verfolgt:

- automatische Sendungsverfolgung, durch die jederzeit die zuletzt angefahrene Station auf dem Transportweg (zukünftig möglicherweise sogar die aktuelle Position des Transportes) sowie der aktuelle Status der Sendung nachverfolgt werden können,
- zeit- und ortsgenaue Ortung von Fahrzeugen und Ladungsträgern,
- automatische Identifikation von Fahrzeugen und Ladungen, automatische Objektidentifizierung,
- Planung der operativen Umschlagabläufe in Speditionen basierend auf der Sendung vorauseilenden Daten,

- Optimierung der Transportbegleitung und -steuerung durch den Aufbau durchgängiger (online-)Informationsketten sowohl intern als auch zwischen den am Transport beteiligten Lieferanten, Speditionszentralen, Zollämtern und Empfängern.

Daneben soll der Güterverkehr auch primär mit Blick auf den Personenverkehr entwickelte verkehrsträgerspezifische Telematik-Anwendungen nutzen bzw. von deren Ausbreitung profitieren. So können individuelle Navigations- und Zielführungssysteme auch im Straßengüterverkehr eingesetzt werden. Deren Datenbasis ließe sich für das Erstellen verkehrssituationsabhängiger (dynamischer) Touren- und Routenplanungen nutzen.

Der Einsatz von Telematik-Systemen im Güterverkehr soll folgende Rationalisierungspotentiale erschließen:

- effizientere Gestaltung innerbetrieblicher Prozesse durch Vereinfachung des Datenverkehrs, Vermeidung der Mehrfacheingabe von Daten und von aufwendigen Konvertierungen zwischen inkompatiblen Systemen sowie Verringerung von Fehlerquoten,
- effizienter Fahrzeugeinsatz, Vermeidung von Leer- und Umwegfahrten, Verbrauchsreduzierung,
- Nutzung der Straßen- und Kommunikationsinfrastruktur zur Mobilisierung von Kapazitätsreserven,
- verkehrsträgerübergreifende Integration der Transportketten,
- Verkehrssicherheit mit Diebstahlschutz, Unfallmeldung und Notruf.

Die zur Anwendung kommenden Telematiksysteme sollten flächendeckend und möglichst international verfügbar und anwendbar sein und einen durchgängigen Datenaustausch erlauben Sie sollen preiswert, schnell, zu bestehenden Systemen kompatibel und einfach einbaufähig sowie robust, leicht bedienbar, manipulationssicher und erweiterbar (modular aufgebaut) sein. Die Systeme dürfen den Fahrer nicht ablenken und müssen aus ergonomischen Gründen im primären Handlungsbereich und Sichtfeld im Fahrerhaus integrierbar sein.

Die Techniken für eine effizientere Gestaltung von Logistikprozessen sind heute durchaus verfügbar. Gerade bei den kleinen bis mittelgroßen Unternehmen der Speditions- und Transportbranche erfolgt die Kommunikation – wie beispielsweise die Übermittlung von Auftragsdaten – zum überwiegenden Teil jedoch noch per Telefonanruf oder durch das Versenden eines Telefax/Telex. Die papierlose Kommunikation ist erst bei wenigen Großunternehmen annähernd verwirklicht. Die Gründe dafür sind vielfältig:

- Investitionen in fortschrittliche Kommunikationstechnologien weisen auf den ersten Blick für die beteiligten Unternehmen ein schlechtes Kosten-/Leistungsverhältnis auf. Unternehmer erwarten ein „return on investment innerhalb von zwei Jahren" (Hipp 1996), Nutzeneffekte wie verbesserte Wettbewerbsfähigkeit oder optimierte Ressourcennutzung im Unternehmen lassen sich jedoch nur schwer in Zahlen fassen. Es fehlt an Konzepten, technische Lösungen in faßbare wirtschaftliche Vorteile für Unternehmen umzusetzen.
- Kleinere Speditionen passen sich häufig stark an die Anforderungen ihrer Kunden an. Neue Systeme werden erst dann implementiert, wenn die jeweiligen Kunden bestimmte Arten der Kommunikation vorschreiben (wie beispielsweise bei just-in-time-Lieferungen in der Automobilzulieferindustrie).
- Bei den Beteiligten bestehen Informationsdefizite über die Anwendungsmöglichkeiten moderner Kommunikationstechnologien.

Wie im Personenverkehr sind auch im Güterverkehr die derzeit verfolgten Konzepte mehrheitlich verkehrsträgerspezifisch. Die bisher zum Einsatz kommenden Systeme sind in den meisten Fällen als Insellösungen einzelner Unternehmen entwickelt worden, die nicht kompatibel zu firmenfremden Systemlösungen sind. Die Integration verschiedener transporteur- und kundenspezifischer Systeme wird derzeit in zu geringem Maße vorangetrieben, so daß effektive Kooperationen, insbesondere verkehrsträgerübergreifender Art, kaum implementiert sind. Ziel sollten jedoch verkehrsträgerübergreifende Lösungen sein, die die gesamte Transportkette umfassen. Erfahrungsgemäß bereitet die Überwindung von Schnittstellen bei der Organisation von Transport- und Logistikketten die größten Probleme. Innovative Telematik-Anwendungen können diese zwar nicht völlig beseitigen, jedoch durchaus einen Beitrag zu ihrer Milderung leisten. Damit verbunden ist ein flächendeckendes Informationsnetzwerk, das einen durchgängigen Datenaustausch zwischen Lieferant, Fahrzeug, Zentrale und Empfänger erlaubt. An den Schnittstellen zwischen den verschiedenen Verkehrsträgern sollen mit den entsprechenden Telematik-Diensten Informationsverbünde zwischen den beteiligten Unternehmen und Behörden entstehen. Die Verknüpfung der Verkehrsträger untereinander sowie die rationelle und beschleunigte Gestaltung der Güterabfertigung spielen hier eine wichtige Rolle.

Ein Schwerpunkt der internationalen Bemühungen liegt in der branchenunabhängigen sowie firmenübergreifenden *Standardisierung des Datenaustausches* für das Fracht-, Flotten- und Fahrzeugmanagement. Ziel ist es, Nachrichten und Daten sowohl zwischen den an der Transportkette beteiligten Unternehmen als auch mittels mobiler Kommunikationseinrichtungen zwischen der Fahrzeugflotte und der jeweiligen Zentrale auszutauschen. Gleichzeitig sollen die neuen Kommunikationsstrukturen durch ihre Vernetzbarkeit zur Vermeidung von Mehrfach-Datenerfassung beitragen, so daß allen Beteiligten die gleichen Daten zur Verfügung stehen. Auf diese Weise sollen Mißverständnisse bzw. Planungsfehler aufgrund von Fehlern bei der Datenerfassung einzelner Stellen vermieden werden.

Beim Aufbau einer Transportkette ist die Beherrschung der Schnittstellen von zentraler Bedeutung. Dies gilt für die physischen und insbesondere für die IuK-Schnittstellen. Wichtige Innovationsimpulse gehen dabei von der Optimierung der IuK-Techniken

aus. Diese Techniken entwickeln sich hin zu offenen Systemstrukturen. Offene Systeme bieten potentiell ein hohes Maß an Flexibilität, Integierbarkeit, Sicherheit und Zuverlässigkeit. Seit Mitte der 80er Jahre ist die Realisierung eines strukturierten elektronischen Datenaustausches für die Transportwirtschaft von wachsendem Interesse. Electronic Data Interchange (EDI) ermöglicht den Austausch von strukturierten elektronischen Daten zwischen zwei oder mehreren Partnern, die sich in derselben Sprache (Syntax) verständigen. EDI beinhaltet zudem die Weiterverarbeitung der Daten beim Empfänger ohne manuelle Eingriffe zur Eliminierung von Falscheingaben. Durch die Nutzung von EDI ist es möglich, Informationen schon vor Eintreffen der Ware zu übermitteln, was zu Kosten- und Qualitätsvorteilen führen kann. Beispielsweise kann die Tourenplanung für die Auslieferung schon nach dem Erhalt der elektronisch übermittelten Nachricht über die Verladung auf das Streckenverkehrsmittel erstellt werden. Maschinenlesbare Geschäftsdokumente könnten als Grundlage für Rechnungswesen und Controlling genutzt werden, da Auswertungen ohne erneutes Erfassen erstellt werden können. Für EDI stehen heute ausreichend leistungsfähige Datenübertragungsdienste sowohl für stationäre als auch für mobile Datenübertragung zur Verfügung. Probleme treten aber dort auf, wo ein Beteiligter gezwungen ist, mit seinen jeweiligen Partnern in verschiedenen Syntaxen zu kommunizieren.

In nationalen und internationalen Normungsgremien hat man darum – unter der Schirmherrschaft der Vereinten Nationen – einen international als auch branchenübergreifend anwendbaren Standard für die elektronische Datenkommunikation in der Weltwirtschaft entwickelt. EDIFACT (Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport) versucht, die Kommunikation zwischen den Anwendungssystemen externer Partner zu standardisieren. In Rahmen von EDIFACT, dessen Entwicklung 1987 begonnen wurde, wurden von der UN-Wirtschaftskommission die auszutauschenden Nachrichten in ihren Inhalten und Formaten definiert. Dadurch wird es möglich, die eigenen Anwendungen entsprechend anzupassen oder Softwareprodukte einzukaufen, die die Nachrichtenstruktur eigener Anwendungssysteme in EDIFACT-Nachrichten umsetzen. Durch die Bildung von Subsets, die die Komplexität der branchenübergreifenden Standard-Nachrichtentypen auf den in der jeweiligen Branche benötigten Umfang reduzieren, kann der EDIFACT-Standard auf die spezifischen Anforderungen einzelner Branchen zugeschnitten werden.

Frachtmanagement- und Logistiksysteme dienen der Transportwege- und Transportmittelplanung, Frachtverfolgung und Gefahrgutüberwachung. Betriebsinterne Frachtmanagementsysteme werden in einzelnen Speditionen eingesetzt. Verkehrsträgerübergreifende Systeme sind derzeit noch nicht realisiert. Ein wesentliches Umsetzungshemmnis dafür ist die nur geringe Kooperationsbereitschaft zwischen den Transportunternehmen.

Elektronische Sendungsverfolgung und Statusmeldung werden heute bereits bei vielen – vorwiegend international operierenden – Spediteuren eingesetzt. Mit Hilfe von Identifikations- und Sendungsverfolgungssystemen sollen Ladungen, unabhängig vom genutzten Verkehrsträger, zuverlässig und schnell identifiziert und deren Standort jederzeit bestimmt werden können. In die elektronische Kommunikation können auch kleine leistungsfähige Bordrechner in den Fahrzeugen einbezogen sein. Per Mobilfunk oder über terrestrische Systeme (z. B. Mikrowellen-Reflexions-System) erfolgt der Daten- und Informationsaustausch. Allerdings sind sowohl die Formate der Datenübertragung als auch die Wege der Datenübermittlung noch sehr unterschiedlich, Spediteure wie Kunden klagen über inkompatible Systeme. Der EDIFACT-Standard für den internationalen Datenaustausch gilt als zu komplex und zu kompliziert und findet darum in der Praxis kaum Verwendung. In Zukunft werden die Forderungen nach einem einheitlichen Branchen-Barcode sowie nach offenen Architekturen bei den Informations- und Kommunikationssystemen insbesondere im Bereich der Kurier-, Expreß- und Paketdienstleister zunehmen, da die Kunden immer weniger bereit sind, ihre eigenen Systeme jedem einzelnen Dienstleister anzupassen.

Fracht- und Laderaumbörsen dienen der besseren Auslastung der eingesetzten Transportmittel. Derzeit beträgt die Fahrzeugauslastung im Straßengüterverkehr zwischen 50 % und 60 %. Nur 26 % der Fahrten im gewerblichen Straßengüterverkehr werden in Kooperation durchgeführt, das Potential soll bei 37 % der Fahrten liegen (Baum 1995). Fahrzeuge unternehmen häufig Leerfahrten, da einerseits den Transportunternehmen allgemein verfügbare Informationen zur Transportnachfrage fehlen, andererseits aber auch den Frachtanbietern nur eine unzureichende Übersicht der am Transportgeschehen beteiligten Unternehmen vorliegt. Zusätzlich zur Verbesserung der Kooperationsmöglichkeiten zwischen den Transportunternehmen verspricht man sich mit einem effizienteren Frachtmanagement in Form von Laderaum- und Frachtbörsen eine Steigerung der Fahrzeugauslastung.

Seit Mitte der 80er Jahre werden in Westeuropa vereinzelt DV-Systeme als Fracht- und Laderaumbörsen – vor allem für größere international tätige Unternehmen – entwickelt. Sie sollen die Zahl der Leerfahrten reduzieren, Zeitgewinne am Disponentenarbeitsplatz erzielen und Transporte sinnvoll koordinieren. Bisher hat sich die Idee der Fracht- und Laderaumbörse bei vielen Unternehmen aber noch nicht durchsetzen können, da die verschiedenen Lösungskonzepte zumeist nur Insellösungen bestimmter Unternehmen waren und somit einen zu kleinen Wirkungsbereich hatten. Der Nachteil konventioneller Frachtbörsen liegt nicht zuletzt auch im Angebot überwiegend unattraktiver Transporte, da jeder an der Frachtbörse beteiligte Dienstleister eine Weitergabe von Kundeninformationen an Wettbewerber und in der Konsequenz eine Abwanderung seiner Kunden zur Konkurrenz befürchtet.

Das theoretisch verfügbare technische Potential der elektronischen Systeme zur Realisierung von Fracht- und Laderaumbörsen zur Steigerung der Effizienz

wird aufgrund ihrer speziellen Nutzung in den organisatorischen Rahmenbedingungen der Unternehmen und Märkte bislang kaum umgesetzt, vielmehr dient die Nutzung der offenen Systeme vor allem zur Neuorientierung in bisher nicht bedienten Marktsegmenten. Offen ist die tatsächliche verkehrliche Wirkung von elektronischen Systemen zur Realisierung von Fracht- und Laderaumbörsen. Diese wird maßgeblich durch die Situation auf dem Verkehrsmarkt bestimmt. Unklar ist, ob durch Rationalisierung freiwerdende Kapazitäten vom Markt genommen oder über sinkende Transportpreise im Straßenverkehr zu einer Verstärkung des bestehenden Verdrängungswettbewerbs führen (Berlange/Büllingen 1994). Daher können erst eingehende Untersuchungen und Praxiserfahrungen zeigen, ob von elektronischen Systemen zur Realisierung von Fracht- und Laderaumbörsen tatsächlich die erwarteten verkehrs- und umweltentlastenden Wirkungen ausgehen werden.

Insbesondere der Transportablauf beim *Gefahrgutverkehr* stellt ein ergiebiges Tätigkeitsfeld neuer Telematik-Systeme dar, wenn es darum geht, diesen Verkehrsbereich durch weiterentwickelte Techniken noch sicherer zu gestalten. Eine Übertragung der für den allgemeinen Güterverkehr erarbeiteten Ansätze zur Reduzierung der Verkehrsprobleme ist für den Gefahrgutverkehr nicht immer möglich, da technische und rechtliche Einschränkungen spezifische, jeweils auf die Gefährlichkeit des Transportgutes bezogene Anforderungen stellen. Wesentliche Anwendungsfelder von Informations- und Kommunikationstechniken im Gefahrgutverkehr sind daher individuelle, auf örtlichen Vorgaben beruhende Routenwahl (z.B. Verbot, bestimmte Gefahrstoffe auf innerörtlichen Straßen zu transportieren) und deren Kontrolle, externe Online-Kontrolle der Fahrzeuge (z.B. Gewichtskontrollen während der Fahrt (Weigh-in-Motion-Checkpoints)), fahrzeugseitige Diagnoseeinrichtungen zur Kontrolle sicherheitsrelevanter Funktionen, Datenbanken zur Koordination von Entscheidungen und zur Einhaltung einschlägiger Transport- und Sicherheitsvorschriften sowie die Verknüpfung verfügbarer Gefahrgutdatenbanken.

Flottenmanagementsysteme dienen der Routenplanung und Routensteuerung von Fahrzeugen. Zur Verbesserung des Flottenmanagements im Güterfernverkehr werden mittlerweile verschiedene Systeme angeboten. Diese Systeme gestatten eine effizientere Transportsteuerung und eine ständige Fahrzeugüberwachung (Positionsbestimmung, Datenübermittlung, Sicherheits- und Rettungsdienst). Dies ermöglichen sie vor allem durch einen regelmäßigen, ggf. auch grenzüberschreitenden Datenaustausch zwischen dem Disponenten der Leitzentrale und dem Fahrzeug. Der Bordcomputer erhält fortwährend die aktuellen Dispositionsdaten und Verkehrsinformationen. Gleichzeitig versorgt er – oder ggf. der Fahrer – die Leitzentrale mit Mitteilungen über Standort und Fahrzeugzustand. Die Systeme können auch zur transportbegleitenden Vermittlung oder Erfassung von Informationen sowohl für die statische als auch für die dynamische Tourenplanung genutzt werden. Einfachere Flottenmanagementsysteme sind in einzelnen Transportunternehmen in Betrieb. Ein Flottenmanagementsystem mit dynamischem Leitsystem wurde im STORM-Feldversuch erprobt und ist einsatzbereit. Welche Kommunikationstechniken in Zukunft im Flottenmanagement Anwendung finden werden, hängt in entscheidendem Maße von der Einbindungsmöglichkeit in zukünftige Verkehrsinformations- und -leitsysteme und der Standardisierung der einzusetzenden Technologien ab.

Die Branche der Kurier-, Expreß- und Paketdienstleister (KEP) ist einer der Vorreiter bei der Nutzung moderner Informations- und Kommunikationssysteme im Güterverkehr. Zur Untersuchung der Anforderungen an Informations- und Kommunikationstechniken seitens der KEP-Dienstleister und zur Ermittlung zukünftiger Trends wurde im Rahmen des Forschungsprojekts „Optimierung von Expreßgutverkehren mit Hilfe moderner Informations- und Kommunikationssysteme" der Technischen Universität Berlin im Frühjahr 1995 eine breit angelegte Untersuchung unter Unternehmen aus allen Bereichen des KEP-Marktes durchgeführt (Baumgarten 1995; Hentschel u.a. 1995). Es wurde gezeigt, daß wie in fast allen anderen Branchen auch bei den KEP-Unternehmen im Softwarebereich der Einsatz von Büroanwendungen mit über 90% dominiert. Die Speicherung von Sendungsdaten erfolgt kurzfristig zwar elektronisch, langfristig wird die Ablage aber meist noch papiergebunden durchgeführt. Weit verbreitet (über 50%) sind inzwischen Sendungsverfolgung (tracking and tracing), die bei großen Anbietern bereits vollautomatisiert abläuft, und Tourendisposition (über 40%). Diese logistikspezifischen Anwendungen haben in den letzten Jahren eine starke Steigerung erfahren und erlangen zukünftig noch stärkere Bedeutung. Ebenfalls stark gewachsen ist der Einsatz von Techniken zur mobilen Kommunikation. Er basiert auf der zunehmenden Notwendigkeit, Fahrzeuge des Unternehmens in den Kommunikationsprozeß einzubinden. Während Mobiltelefon und Mobilfunk eine nahezu branchenweite Verbreitung gefunden haben, sind Datenfunk und Satellitentechnik wegen der fehlenden Information über diese Produkte fast ausschließlich bei Großunternehmen im Einsatz. Die Ergebnisse der Untersuchung zeigten deutlich, daß moderne Informations- und Kommunikationssysteme noch nicht flächendeckend bei den Logistikdienstleistern im Einsatz sind und die Potentiale der vorhandenen Systeme nur teilweise genutzt werden.

Der Entwicklung des *Güterverkehrs auf der Bahn* ist weiter problematisch. Die Hauptursachen für den Rückgang des Bahnanteils sind – neben der mit der Liberalisierung des Straßengüterverkehrs verbundenen deutlichen Reduktion der Kosten für den Straßentransport – bahninterner Natur oder systembedingt: Verlader und Spediteure beklagen den hohen Zeit- und Kostenaufwand für den Vor- und Nachlauf, ungünstige Fahrpläne und lange Transportzeiten, die begrenzte Fähigkeit der Bahn zur Bewältigung immer kleinerer Sendungsgrößen, ein unzureichendes Angebot an umfassenden Logistikdienstleistungen sowie mangelnde Servicebereitschaft und Kundennähe. Hinzu kommen die Auswirkungen der über

lange Jahre in unzureichender Höhe erfolgten Investitionstätigkeit (Umschlagtechnik, Wagenpark und Informationssysteme sind z. T. erheblich veraltet), bürokratische Hemmnisse sowie die unzureichende grenzüberschreitende Zusammenarbeit der Bahnen.

Auch vom deutschen und europäischen Schienengüterverkehr werden durch die Kunden in zunehmendem Maße logistische Gesamtleistungen gefordert, die nur mit Hilfe von transportbegleitenden Informationssystemen erbracht werden können. Zudem muß er Service-Angebote erbringen, die denen im Straßengüterfernverkehr adäquat sind oder darüber hinausgehen. Diese machen z. T. völlig neue Betriebs- und Zugkonzepte notwendig, die ihrerseits durch Telematik-Anwendungen einfacher und kostengünstiger realisiert werden könnten.

Arbeitserleichterungen für die gesamte Transportüberwachung bzw. -steuerung z. B. durch eine größere Transparenz und bessere Organisation des Transportvorganges zählen ebenfalls zu den Anwendungsgebieten neuer Telematik-Systeme. Auf internationaler Ebene bestehen die Probleme hauptsächlich darin, die Grenzen zwischen den unterschiedlich aufgebauten, auf Binnenbedürfnisse abgestimmten nationalen Systemen zu überwinden und die einzelnen Zugfahrten möglichst so zu steuern, daß Wartezeiten an den Grenzen weitgehend vermieden werden. Der Frachtbrief stellt dabei eine für alle Bahnen verbindliche Datenbasis dar. Mit DOCIMEL kann europaweit im Schienengüterverkehr der traditionelle Frachtbrief durch EDI ersetzt werden. Speziell zur Verbesserung der Leistungserstellung auf den Umschlagbahnhöfen des Kombinierten Ladungsverkehrs wurde durch die Bahn ein zentrales Dispositions- und Informationssystem (DISK) entwickelt. In Zukunft soll DISK auch als dezentrales, offenes Informations- und Kommunikationssystem zur Verfügung stehen.

Für eine Steigerung der Effizienz im Schienengüterverkehr sollen die Betriebsabläufe effizienter gestaltet und teilweise auch automatisiert werden. Aufgrund der festen Spurführung hat die Bahn Systemvorteile für eine Automatisierung vor allem im Fahrbetrieb. Daneben existieren weitere automatisierungsfähige Abläufe bei Bahnen, die vor allem für den Güterverkehr relevant sein werden. Diese umfassen beispielsweise:

- Fahrten auf programmierten Wegen mit programmierten Geschwindigkeiten und Zielen (Fahren ohne Triebfahrzeugführer, Projekt SST – selbsttätig signalgeführtes Triebfahrzeug). Tests mit einer Rangierlok haben die technische Machbarkeit erwiesen.
- Bilden und Auflösen von Zügen (Kuppeln/Entkuppeln mit automatischen Zugkupplungen), Regulierung der Geschwindigkeit einzelner Wagen und selbstangetriebene Transporteinheiten (Projekte IGW – innovativer Güterwagen und GMR – Güterwagen mit Rangierantrieb), automatisierte Bremsproben von der Lok aus (Projekt EBAS – elektronische Brems-Abfrage und -Steuerung).
- Umschlagen von Ladegütern (anstelle des Umstellens von Güterwagen werden nur Ladeeinheiten ausgetauscht, Entladung von Schüttgütern durch Steuerung aus der Lok).
- Flexible Anpassung der Transportvorgänge an die Kundenwünsche.
- Information/Kommunikation der Betriebszentralen der Bahnen mit dem Fahrzeug bzw. dem Ladegut sowie mit den Betriebsleitrechnern der Kunden (automatische, möglichst europaweite Ortung, Identifizierung und Positionsbestimmung von Rollmaterial und Ladeeinheiten, fahrzeugautonome Identifikationssysteme). Terrestrische Systeme zur automatischen Fahrzeugidentifizierung (AFI) sind technisch ausgereift und könnten in großem Maßstab eingesetzt werden, satellitengestützte AFI-Systeme für Bahnen stehen erst am Anfang der Entwicklung. Die DB AG testet mit dem Pilotprojekt KOMET verschiedene AFI-Systeme.
- Überwachung und Sicherung qualitätsrelevanter Merkmale der Transporteinheiten.

Einige der hier angeführten Systeme sind bereits im neuen Güterzugsystem „CargoSprinter" für den kombinierten Verkehr sowie in neuen Güterwagen (z. B. Fans 128) umgesetzt worden, andere befinden sich noch in der Entwicklung. Weitere Forschungsarbeiten betreffen die Bilderkennung und -auswertung für die Güterzugbildung sowie Zugsicherungssysteme für Güterzugbildungsanlagen.

Daneben muß die Bahn erhebliche Leistungen erbringen, um eine signifikante Verbesserung des Kundenservices im Güterverkehr zu erreichen und zusätzliche neue Logistikangebote bereitzustellen und dadurch eine Verbesserung ihrer Marktposition und eine höhere Auslastung von Produktionskapazitäten und Ressourcen zu erzielen. Zur Unterstützung dieser Vorhaben realisiert der Güterverkehr der Bahn mit dem *„Transportsystem für die 90er Jahre (TS 90)"* die informationstechnische Basis für eine lückenlose Transportkette.

Teilprojekte von TS 90 sind:

- Das Produktionsverfahren Güterverkehr (PGV), das sich auf die transportbezogene Informationskette konzentriert. Es erfaßt die Daten über den Betriebsablauf und den Empfangszeitpunkt, den Soll-Ist-Vergleich bei der Transportdurchführung und die Meldung über den Abschluß der Beförderung, verarbeitet sie und gibt sie an die Nutzer weiter.
- Das Frachtinformationssystem (FIS) hat die frachtbezogene Informationskette Versender-Bahn-Empfänger zum Inhalt. Es soll den Grundstock für ein umfassendes Auftragsabwicklungssystem bilden. Darin eingeschlossen ist eine interne und externe logistische Informationsversorgung mit transportbegleitenden und transportvorauseilenden Daten.
- Das werkstatt- und wagentechnische Informationssystem (WIS) umfaßt das Werkstättenverfahren und stellt über eine Fahrzeugdatenbank die Basisdaten sowie dispositionsrelevante Daten aller Fahrzeuge für PGV und FIS bereit.

– Ein Online-Austausch bestimmter Daten mit den Kunden sowie über HIPPS (HERMES-Internationales Produktionsplanungssystem) mit anderen Bahnen. HERMES ist das internationale Datenübertragungsnetz der europäischen Eisenbahnen.

Für eine lückenlose Informationskette ist die Realisierung einer technischen Schnittstelle zwischen dem DV-System TS 90 und der „Rechnergestützten zentralen Betriebsleitung (RZBL)" des Netzes von zentraler Bedeutung. Damit wäre in Echtzeit eine lückenlose Zugverfolgung zwischen den Güterbahnhöfen im gesamten Netz möglich, die ihrerseits Voraussetzung für eine lückenlose Sendungsverfolgung durch Bahn und Kunden ist. Sehr wichtig wäre zudem die Ausdehnung der Möglichkeit der lückenlosen Zugverfolgung auf den internationalen Bahngüterverkehr.

5. Telematik-Systeme im Öffentlichen Verkehr

Der öffentliche Verkehr (ÖV) soll vor allem in den Ballungsräumen als Alternative zum Autoverkehr erhalten bleiben und in seinem Leistungsangebot ausgebaut werden. Dazu werden auch im ÖV Informations- und Kommunikationstechniken in verstärktem Maße Einzug halten müssen, um nicht infolge einer alleinigen Effizienzsteigerung im Individualverkehr die konkurrierenden Systeme des öffentlichen Verkehrs, die für die meisten Dienstleistungen schon heute Nachteile aufweisen, weiter ins Hintertreffen geraten zu lassen. Hier werden Bund, Länder und Gemeinden in Zukunft verstärkt gefordert sein; vor allem, um die Attraktivität der in der Hauptsache in ihrem Eigentum befindlichen Verkehrsunternehmen zu sichern und damit einen Beitrag zu ihrer Wirtschaftlichkeit und zu den Leistungsangeboten umweltfreundlicherer Verkehrsträger zu leisten.

Telematikanwendungen zur Attraktivitätssteigerung und Effizienzverbesserung im ÖV müssen verschiedenen Nutzersichten Rechnung tragen. Die Kunden fordern beispielsweise schnelle und richtige Informationen sowohl unterwegs (im Fahrzeug, an der Haltestelle, auf den Bahnhöfen) als auch zu Hause, eine Verbesserung des Angebotes und der Qualität der Dienstleistungen, eine verständliche Aufbereitung und einfache Handhabung des Angebotes sowie Transparenz bei den möglicherweise entstehenden Kosten. Ergebnisse von Umfragen zeigen, daß die wichtigsten Ansatzpunkte für eine Erhöhung der Attraktivität des ÖPNV die Regelmäßigkeit (60%), die Reisezeit (51%), die Berechenbarkeit (49%) und die Parkmöglichkeiten (48%) sind (Rupp 1996). Hierzu sind Maßnahmen vor allem zur verbesserten Information der Fahrgäste sowie zur Komfortverbesserung, Beschleunigung und Anschlußsicherung notwendig. Verbesserungen des Reisekomforts, der Pünktlichkeit, der Reisegeschwindigkeit, der Verkehrssicherheit sowie erzielte Kostensenkungen, sofern sie in Tarifsenkungen umgesetzt werden, könnten die Nachfrage nach zusätzlichen Verkehrsleistungen stimulieren und so einen zusätzlichen Anreiz für die ÖV-Betreiber bilden, neue Techniken einzusetzen.

5.1 Systeme zur Rationalisierung und Optimierung der Betriebsabläufe und zur Effizienzverbesserung

Verkehrsunternehmen, die das Angebot im ÖV tragen, sind zunächst primär an Systemen zur Rationalisierung und Optimierung der Betriebsabläufe und zur Effizienzverbesserung interessiert. Sie stellen an den Einsatz von IuK-Techniken verschiedene Anforderungen: Neben der nachgewiesenen Funktionalität und Zuverlässigkeit der Systeme, die notwendige Voraussetzungen für ihren Einsatz sind, werden weitgehende Standardisierung, überschaubare Komponentenzahl, Kompatibilität sowohl mit existierenden Komponenten für die gleiche Funktion als auch zwischen Komponenten für verschiedene Anwendungen und akzeptable Kosten erwartet. Zudem sollte sich ein Datenaustausch sowohl innerhalb des Unternehmens als auch mit Partnerunternehmen und externen Dienstleistern realisieren lassen.

Derzeit werden zahlreiche Konzepte zur Verbesserung der Attraktivität des ÖV umgesetzt, die u.a. auch die Implementierung neuer Telematik-Systeme beinhalten. Mit deren Unterstützung sollen für folgende Aufgabenfelder Verbesserungen erreicht werden:

- strategische Planung (Nachfrageermittlung, Liniennetz- und Angebotsplanung),
- operative Planung (Betriebsplanung, Fahrtenplanung, Fahrzeugumlaufbildung),
- Organisation (Werkstatt, Fahrwegsicherung, Fahrplanauskunft, Personaldisposition) sowie
- Auswertung/Statistik (zur Bedarfsplanung, Erhebungen des Fahrgastaufkommens einzelner Linien).

Die notwendige Technik ist in vielfältiger Form schon vorhanden oder im Rahmen nationaler Forschungs- und Entwicklungsprojekte in der Erprobungs- bzw. Realisierungsphase. Am Markt werden mehrere Systeme angeboten, so daß in der Vergangenheit zahlreiche Insellösungen in den verschiedenen Verkehrsunternehmen zum Einsatz kamen. Vor allem diese älteren Systeme weisen häufig untereinander unterschiedliche Leistungsmerkmale und Inkompatibilitäten aufgrund unzureichender Schnittstellen auf, so daß eine Vernetzung mit anderen internen wie externen Systemen kaum durchführbar ist. Zudem sind Systemerweiterungen oder Systemmodernisierungen nur mit einem erheblichen technischen und finanziellen Aufwand möglich.

Zur Realisierung einer einheitlichen Basis für die Integration von Datenverarbeitungslösungen in Verkehrsunternehmen hat der Verband deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) bereits Ende der achtziger Jahre das ÖPNV-Datenmodell entwickelt. Mittels dieses Modells soll die Kommunikation zwischen verschiedenen DV-Lösungen ermöglicht und gewährleistet werden, zudem werden DV-Inseln und damit redundante Datenhaltung und mehrfache Datenpflege vermieden.

Zuwächse bei den Fahrgastzahlen, die einige Verkehrsbetriebe in den letzten Jahren erreichen konnten, lassen sich neben Tarifangebots- und Linienver-

besserungen auch dem vermehrten Telematik-Einsatz zuschreiben. Fahrzeitverkürzungen, höhere Pünktlichkeit und bessere, am Bedarf der Kunden orientierte Information sind wesentliche Merkmale dieser Attraktivitätsverbesserung.

Die Realisierung einer zuverlässigen und genauen *Fahrzeugortung* ist die notwendige Voraussetzung für zahlreiche neuartige Anwendungen von IuK-Techniken im ÖPNV. Heute eingesetzte Systeme auf der Basis von Baken oder Induktionsschleifen sind weitgehend problemlos und weit verbreitet, allerdings mit einigen Nachteilen behaftet: Sie funktionieren wegen des eingesetzten Prinzips nur bei liniengebundenen Verkehren. Wird von den vorgegebenen Strecken abgewichen, bleibt in der Regel nur die Information der Betriebszentrale durch den Fahrer. Es sind sowohl in den Fahrzeugen als auch auf den Strecken Geräte erforderlich, was Kosten für die Investition und die Instandhaltung mit sich bringt. Zudem sind Datenhaltung und Datenversorgung sehr arbeitsintensiv und aufwendig und erfordern große Sorgfalt (Janecke et al. 1995).

Als Alternative zum existierenden System wird die Nutzung der satellitengestützten Ortung im ÖPNV diskutiert. Diese ermöglicht eine nahezu permanente Erfassung der Position aller Fahrzeuge eines Verkehrsunternehmens in Echtzeit. Durch die Nutzung satellitengestützter Ortungssysteme (Janecke et al. 1995; Frerichs/Gayen 1996) ließen sich Funktionen wie Fahrgastinformation, Anschlußsicherung und Fahrzeugdisposition, Notruf bei Unfall und Überfall, Vorrangsteuerung für Lichtsignalanlagen, Tarifzonenerkennung für Fahrkartenautomaten und Entwerter, Ermittlung der Kilometerleistung für Zwecke der Planung und Betriebsstatistik sowie Ermittlung von Haltezeiten und Fahrgastwechselzeiten realisieren. Die höchste Ortungsgenauigkeit unter den angegebenen Anwendungen wird bei der Vorrangsteuerung für Lichtsignalanlagen gefordert, sie muß ca. +/– 5 m bei hoher Verfügbarkeit erreichen. Die Verkehrsunternehmen sind am Einsatz der satellitengestützen Ortung interessiert. Offensichtliche Vorteile werden gegenwärtig vor allem für Verkehre außerhalb des Regelbetriebs, in ländlichen Räumen sowie für flexible Betriebsweisen gesehen. Erste Praxistests wurden bzw. werden bereits durchgeführt.

Leistungsfähige *Rechnergestützte Betriebsleitsysteme (RBL)* für den ÖPNV werden in Deutschland und Europa schon seit mehr als 20 Jahren eingesetzt. Sie dienen vor allem dem effektiven Einsatz der vorhandenen Fahrzeugkapazitäten durch eine kontinuierliche Solldatenaufbereitung sowie der genauen Erfassung der Belastungszustände und Betriebsstörungen im Netz. Dadurch kann wesentlich zur Optimierung der Betriebsabläufe und somit auch zur Sicherung des Beförderungsangebotes für die ÖPNV-Kunden beigetragen werden. Zu den wesentlichen Aufgaben der RBL-Systeme zählen die Verbesserung der Pünktlichkeit und Anschlußsicherung mit dynamischen Betriebsdaten, die Optimierung des Fahrzeugumlaufes, die ÖPNV-Beschleunigung durch Beeinflussung von Lichtsignalanlagen (LSA), dispositive Maßnahmen zur Behebung betrieblicher Störungen sowie die dynamische Fahrgastinformation.

Diese Systeme haben bisher durch ihre dispositiven, steuernden und sichernden Funktionen einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung der Betriebssteuerung und kundengerechten Informationsaufbereitung geleistet.

In Zukunft wird im ÖPNV der verstärkte Aufbau und Einsatz standardisierter Betriebsleitsysteme notwendig werden. Ursachen dafür sind u. a. die zunehmende Verflechtung der Ballungs- bzw. Verkehrsräume und die schrittweise Integration der Verkehrsbetriebe in größere Verkehrsverbünde, die Erhaltung der Transparenz der Verkehrsabläufe im Liniendienst bei komplexer werdenden Systemen sowie die wachsenden Anforderungen der Kunden an Zuverlässigkeit, Komfort, Flexibilität und Sicherheit im ÖPNV. Dazu – und zur Reduktion der Kosten – müssen verstärkt betreiber- und verkehrssystemunabhängige Techniken zum Einsatz kommen. Dies gilt vor allem dann, wenn ÖPNV-relevante Daten in einen regionalen Datenpool einfließen sollen.

Ein wichtiger Aspekt beim Einsatz von Betriebsleitsystemen ist die Notwendigkeit, den Datentransfer zwischen einer Einsatzzentrale und den im Einsatz befindlichen Fahrzeugen schneller und zuverlässiger zu gestalten. Bisher werden für die Kommunikation analoge Betriebsfunksysteme mit Datenübertragung eingesetzt. Die *Betriebsfunksysteme* befinden sich im Eigentum der Verkehrsunternehmen, ihren geringen laufenden Kosten stehen hohe Anschaffungskosten gegenüber. Analoge Betriebsfunksysteme werden den gewachsenen Anforderungen an die Datenkommunikation unter Beachtung der Frequenzökonomie in absehbarer Zeit wohl nicht mehr genügen können, eine Modernisierung hin zu digitalen Systemen wird erforderlich werden. Zukünftig könnte hier auch der zellulare Mobilfunk (GSM) verstärkt zum Einsatz kommen. Er bietet den Vorteil, daß Verkehrsunternehmen dafür keine eigene Infrastruktur aufbauen und finanzieren müssen, Systemmodernisierungen werden durch die Netzbetreiber vorbereitet und umgesetzt. Allerdings sind für eine verbreitete Nutzung des Mobilfunks in öffentlichen Verkehrsunternehmen noch Voraussetzungen zu schaffen: Neben zu lösenden technischen Anforderungen (Nachrüstung um betriebsfunktypische Eigenschaften, Schnittstellen, Protokolle) sind vor allem für Verkehrsunternehmen wie Netzanbieter akzeptable Abrechnungsmodelle für die Kommunikationsgebühren zu entwickeln.

In zahlreichen Städten ist man bemüht, die Attraktivität des ÖPNV durch die *Beschleunigung* einzelner Linien zu verbessern. Insbesondere im Bereich der Knotenpunkte oder auf Streckenabschnitten, die gemeinsam mit dem übrigen Straßenverkehr genutzt werden und auf denen durch bauliche Infrastrukturverbesserungen keine nennenswerten Effekte mehr erzielt werden können, sollen mittels Telematik neue Lösungsansätze zur Reduzierung der externen Einflüsse umgesetzt werden. Typische Einsatzgebiete der Telematik-Anwendungen, die häufig im Rahmen der ÖPNV-Priorisierung bzw. -Beschleunigung zum Einsatz kommen, sind die Vorrangschaltung an Lichtsignalanlagen (LSA-Knoten) zur Verkürzung der Wartezeiten, die Koordinierung der LSA-Steue-

rung mehrerer Knoten durch besser abgestimmte Signalprogramme oder Sonderphasen, die – permanente oder verkehrsabhängige – Reservierung von Fahrspuren (angezeigt durch Wechselverkehrszeichen), die Einrichtung von „Pförtneranlagen", die Funktionsüberwachung und Steuerung über Verkehrsleitzentralen zur Optimierung des gesamten Betriebsablaufs sowie die Anschlußsicherung insbesondere bei Verknüpfung verschiedener ÖPNV-Systeme durch zeitlich und organisatorisch bessere Netzverknüpfung.

Bereits Mitte der achtziger Jahre wurden die ersten Nahverkehrsfahrzeuge mit dem integrierten Bordinformationssystem (IBIS) ausgerüstet, das aufgrund seiner Informations- und Kommunikationsmöglichkeiten in Verbindung mit den mikroprozessorgesteuerten LSA-Steuergeräten auch für Beschleunigungsmaßnahmen eingesetzt werden kann. Zur ÖPNV-freundlichen, dezentralen Steuerung der LSA werden entweder fahrzeugseitig über Funk von den LSA die Grünphasen angefordert (Anforderungstelegramme), oder LSA-Baken erfassen die ankommenden Fahrzeuge, um über ein Steuergerät mit einer speziellen Signalprogrammbildung die Grünphase bzw. Grünzeitverlängerung einzuleiten.

Realisierte Lösungen zeigen die erhebliche betriebswirtschaftliche Wirkung von Beschleunigungsmaßnahmen im ÖPNV. In München wurde ein Paket von Beschleunigungsmaßnahmen an der nahezu die gesamte Innenstadt querenden Straßenbahnlinie 20 durchgeführt, um diese wesentlich schneller, pünktlicher und fahrgastfreundlicher zu gestalten. Diese Maßnahmen verursachten Gesamtkosten von 24,4 Mio. DM, denen im ersten Jahr Betriebskostenersparnisse von 3,25 Mio. DM durch das Einsparen von Zügen infolge der Umlaufzeitverkürzung (20 min.) gegenüberstehen. Zudem konnte die Pünktlichkeit enorm gesteigert werden. Erste Zählungen ergaben einen Fahrgastzuwachs zwischen 3,7 % und 6,4 %.

Beim heutigen Linienbetrieb im ÖV werden alle festgelegten Haltestellen zu bestimmten Abfahrtszeiten in der Regel mit großen Fahrzeugen unabhängig davon angefahren, ob tatsächlich ein Bedarf zum Ein- und Aussteigen vorliegt oder nicht. Ortsteile oder Streusiedlungen sind oft nur noch selten oder gar nicht mehr erreichbar. Der klassische Linienbetrieb ist auf dem Lande und in den Abendstunden auch in den Städten oft unattraktiv und unwirtschaftlich. Aus diesem Grunde werden verstärkt Konzepte einer *flexiblen Betriebsweise im ÖPNV* verfolgt. Diese versprechen zum einen eine höhere Wirtschaftlichkeit. Zum anderen dienen sie – vor allem, wenn durch sie auch eine verbesserte Erschließungswirkung erreicht wird – der Steigerung der Qualität und Attraktivität des ÖPNV. Verschiedene Konzepte sind umgesetzt worden und haben sich in der Praxis bewährt. Mit der verstärkten Nutzung von IuK-Techniken könnten diese noch weiter verbessert werden. Dabei kommen vor allem die kurzfristige Berücksichtigung von Fahrtwünschen, ein flexibler Fahrzeugeinsatz in Abhängigkeit von der Nachfrage und den aktuellen Fahrzeugpositionen sowie die Information der Fahrgäste über die tatsächlichen Ankunfts- bzw. Wartezeiten sowie über die aktuelle Fahrtroute sowohl im Fahrzeug als auch an den Haltestellen in Betracht. Derartige Modelle bergen auch Potentiale zur Kostenreduzierung im ÖPNV.

5.2 Informationssysteme

Die Kunden erwarten ausreichende und kundengerechte *Informationen zum ÖPNV/ÖV-Angebot* sowohl vor Fahrtantritt als auch während der Fahrt im öffentlichen Verkehrsmittel oder an den Haltestellen. Eine hohe Qualität der Informationen sowie deren Übersichtlichkeit und schnelle Verfügbarkeit erleichtern den Zugang zum ÖV, langwierige und komplizierte Informationsbeschaffung schreckt potentielle Fahrgäste ab. In der Vergangenheit standen den ÖV-Kunden vorrangig Fahrplanbücher, Fahrplanaushänge an den Haltestellen oder gelegentlich gedruckte Faltpläne zur Verfügung. Vereinzelt konnten Informationen zum ÖV-Angebot auch per Telefon von einem Kundenbüro eingeholt werden. Mittlerweile haben die meisten Verkehrsbetriebe den Kundenservice als wichtiges Element entdeckt. Mit dem Ziel, den Aufwand bei einem Systemwechsel innerhalb einer Transportkette möglichst gering zu halten, wurden erhebliche Anstrengungen unternommen, die Voraussetzungen für den intermodalen Verkehr zu verbessern. Neue Informationssysteme sollen bei überregionalen Reisewünschen die Bildung durchgehender Wegeketten ermöglichen, so daß zur Verknüpfung des Personennah- und -fernverkehrs nur noch eine Informationsquelle abgerufen werden muß. Eine weitere, konsequente Verbesserung der Fahrgastinformation sowie eine Erleichterung der Nutzung von Informationsquellen (z. B. der Terminalbedienung) ist trotz der erreichten Verbesserungen weiterhin dringend erforderlich.

Wichtig für eine Verbesserung der Nutzung und der Akzeptanz des ÖPNV ist eine umfassende *Information des Fahrgastes schon vor Fahrtantritt*, denn das ÖPNV-Angebot ist insbesondere in den Ballungsgebieten sehr komplex und aus diesem Grund für den Kunden oft unübersichtlich. Viele Personen, die über ein Auto verfügen, entscheiden sich auch bei innerstädtischen Wegen nicht zuletzt aufgrund von Informationsdefiziten für das leicht zugängliche, flexiblere, ohne großen Aufwand für die Reisevorbereitung nutzbare Auto. Noch wichtiger sind möglichst aktuelle Informationen zum ÖV-Angebot für Personen, deren Reiserouten sich nicht vollständig mit den Punkt-zu-Punkt-Verbindungen des öffentlichen Personenverkehrs decken. Insbesondere beim dann erforderlichen Umsteigen ergibt sich das Problem, daß infolge ungenügender Anschlußinformationen unnötige Wartezeiten an den Verknüpfungspunkten auftreten, die zur Unzufriedenheit der Nutzer führen.

Informationen über Fahrpläne und Anschlüsse werden heute – mit unterschiedlicher Aktualität – über eine Vielzahl von Medien zugänglich gemacht. Neben gedruckten Informationen stehen Fahrpläne auch auf Computermedien (Disketten, CD-ROM) unter Benutzung von PC-Programmen zur Verfügung. Zwar sind die Computerdaten in der Regel nicht aktueller als die gedruckten, durch komfortable Such-

Tabelle IV-3.1

Informationsbedarf im ÖPNV (● hohe Bedeutung, ○ mittlere Bedeutung)

Informationsbedarf	*Informationsmedien (Beispiele)*	*Bedeutung für die Zielgruppe*			
		Stamm-kunden	*Gelegenheitskunden*		*Neu-kunden*
			mit festen Zielen	*mit wechselnden Zielen*	
Informationen vor Fahrtantritt					
ÖPNV-Verfügbarkeit	Presse, Online-Dienste				●
Verkehrsangebot	Fahrplanbuch, Online-Dienste		○	●	●
nächste Haltestelle	Stadtplan, Linienplan			○	●
Tarif	Fahrplanbuch, Online-Dienste			○	○
aktuelle Betriebssituation	Online-Dienste	●	●	●	●
Information auf dem Weg zur Haltestelle					
örtliche Orientierung	Wegweiser			○	●
Verfügbarkeit von freien P+R-Plätzen	Wegweiser, elektrische Anzeigen	●	●	●	●
Information an der Haltestelle					
örtliche Orientierung	Wegweiser, Piktogramme			○	●
Verkehrsangebot	Netzplan, Fahrplan, Display		○	●	●
Tarif	Aushang			○	●
aktuelle Abfahrtszeit	Zugzielanzeiger	●	●	●	●
aktuelle Betriebssituation	Zugzielanzeiger, Lautsprecher, Infoscreen	●	●	●	●
Unternehmenspräsentation	Plakate, Kundenzeitschrift	○	○	○	○
Information am und im Fahrzeug					
Linie, Fahrtziel	Zielanzeige	●	●	●	●
Orientierung im Fahrzeug	Piktogramme			○	○
Fahrtverlauf	Haltestellenanzeige und -ansage		○	●	●
aktuelle Betriebssituation	Lautsprecher, Infoscreen	●	●	●	●
Unternehmenspräsentation	Plakate, Kundenzeitschrift	○	○	○	○
Information an der Umsteigehaltestelle					
örtliche Orientierung	Wegweiser, Piktogramme			○	●
Verkehrsangebot	Netzplan, Fahrplan, Display		○	○	●
aktuelle Abfahrtszeit	Zugzielanzeiger	●	●	●	●
aktuelle Betriebssituation	Zugzielanzeiger, Lautsprecher, Infoscreen	●	●	●	●
Information an der Zielhaltestelle					
örtliche Orientierung	Wegweiser, Umgebungsplan			●	●

Quelle: Levin/Schenk 1997, modifiziert durch TAB

programme wird dem Nutzer aber das Zusammenstellen auch komplexer Verbindungen erleichtert.

Ein weiterer Schritt ist die Bereitstellung tagesaktueller Fahrplandaten über Computernetze. Hier verbindet man den Komfort der Suchprogramme der PC-basierten Fahrpläne mit dem Rückgriff auf in der Regel täglich aktualisierte Fahrplandatenbanken bei den Verkehrsunternehmen oder anderen Betreibern. Fahrplanauskünfte über Btx bzw. das Nachfolgesystem T-Online werden durch die Deutsche Bahn AG wie auch durch mehrere Nahverkehrsverbünde und -betriebe angeboten. Zunehmend werden Dienste angeboten, die die notwendigen Informationen über Internet bereitstellen.

Auch die telefonische Fahrplanauskunft ist eine Informationsquelle für Kunden, die sich die Suche in einem Fahrplan ersparen wollen. Der Kunde kann sich seinen persönlichen Fahrplan vom Informationscenter erstellen und zuschicken lassen. In den letzten Jahren ist es gelungen, hier eine bundesweit einheitliche Telefonnummer zu schaffen (19 449). Diese Dienstleistung wird mittlerweile auch durch Mobilitätszentralen angeboten.

Eine weitere Angebotsverbesserung für pre-trip-Informationen ließe sich durch die Integration von Informationen über die aktuelle Betriebslage in die online-Fahrplandatenbanken erreichen. In der Praxis wird ihnen vor allem bei schwerwiegenden Betriebsstörungen sowie bei Verkehren mit geringer Bedienungsdichte (ländliche Räume, Abend- und Nachtverkehr) größere Bedeutung zukommen.

Ein generelles Problem ist, daß die Informationsmöglichkeiten der Auskunftsdienste häufig auf das Verkehrsunternehmen oder den Verkehrsverbund beschränkt sind. Für viele Kunden von Interesse ist jedoch die Ermittlung von Routen auch über die Grenzen von Verkehrsunternehmen und -verbünden hinweg. Bundesweite Auskunftssysteme zum ÖV, wie in anderen Ländern längst realisiert, existieren in Deutschland erst in Ansätzen. Das Bundesverkehrsministerium hat eine Konzeptstudie mit dem Titel „Deutschlandweite elektronische Fahrplaninformation (DELFI)" finanziert, in der eine Bestandsaufnahme erfolgt und Strategien und Regelungen zur bundesweiten Verknüpfung der vorhandenen elektronischen Auskunftssysteme erarbeitet werden. Die Bundesregierung lehnt jedoch die unmittelbare Förderung des Aufbaus bundesweiter Informationssysteme im ÖV ab, da dies nicht Sache der öffentlichen Hand, sondern der ÖV-Betreiber und der Wirtschaft sei.

Zukünftig werden den Reisenden in wachsendem Maße zusätzlich zu den statischen Informationstafeln (Fahrpläne, Tarife) an den Haltestellen *dynamische*, der aktuellen Betriebslage entsprechende *Fahrplan-Informationen* wie etwa tatsächliche Ankunfts- und Abfahrtszeiten, Anschlußverbindungen oder Störungsmeldungen bereitzustellen sein. Dafür werden vor allem Anzeigetafeln und Lautsprecheranlagen für die kollektive Informationen an den Bahnhöfen und Haltestellen und in den Fahrzeugen sowie individuelle Auskunftssysteme (Terminals, Infosäulen, ggf. mit Spracherkennung und -ausgabe) an geeigneten Standorten in Betracht gezogen. Dynamische Fahrgastinformationen haben wichtige psychologische Wirkungen: Untersuchungen in Amsterdam haben gezeigt, daß beim Einsatz solcher Systeme die subjektiv empfundene Länge der Wartezeit abnimmt und die Fahrgäste gefühlsmäßig den Eindruck einer höheren Pünktlichkeit gewinnen (Levin/Schenk 1997).

Systeme zur dynamischen Fahrgastinformation sind heute bei den größeren Bahnhöfen der Deutschen Bahn AG und bei ausgewählten Haltestellen der öffentlichen Verkehrsmittel vorhanden. Aus Sicht der Fahrgäste wünschenswert wäre die Installation solcher Systeme an allen Haltestellen bzw. Bahnhöfen, wegen der damit verbundenen Kosten ist dies durch die Verkehrsunternehmen gegenwärtig jedoch nicht zu leisten. Bei den bisher existierenden stationären Anlagen ist die Ansteuerung über Kabelverbindungen die Regel. Seit 1992 kann dafür auch auf den Betriebsfunk der Verkehrsbetriebe zurückgegriffen werden. In Frage kommt zukünftig – akzeptable Kosten vorausgesetzt – auch die Nutzung kommerzieller Kommunikationsdienste. Dieses bietet auch den Verkehrsbetrieben, die nicht auf eine umfangreiche Kabelinfrastruktur im Bereich ihrer Haltestellen zurückgreifen können, die Möglichkeit zur Realisierung dynamischer Fahrgastinformation. Zudem könnten dadurch auch Haltestellen im ländlichen Raum, in dem die Bedienungsdichten dünner und die Abhängigkeit von Echtzeit-Informationen größer ist, wesentlich kostengünstiger als bisher mit derartigen Anlagen ausgestattet werden.

Neben der Einführung neuer Informationsterminals und dynamischer Fahrgastinformationscenter wird zur Zeit an der Bereitstellung von Fahrplanauskünften per Heimcomputer oder tragbaren Mobilitätsberatern (Pocket Terminal, Personal Travel Assistant) gearbeitet. Mit diesen „handlichen" Terminals können zukünftig Informationen (Fahrplandaten oder operative Daten) mit Hilfe des RDS/TMC-Signals oder über Mobilfunk-Netze abgerufen werden.

Bei Fahrgastinformationssystemen, die vom Kunden selbst bedient werden müssen, gibt es bei vielen Kunden noch Anwendungs- und Akzeptanzprobleme, die vor allem durch eine bessere Bedienbarkeit und eine Kompatibilität der einzelnen Auskunftssysteme untereinander abgebaut werden müssen. Zur kundenfreundlichen Bedienbarkeit würde z. B. ein einheitlicher und leicht verständlicher Bedienungsmodus der verschiedenen Fahrkartenautomaten und stationären Informationssäulen beitragen. Deutliche Verbesserungen auf diesem Gebiet konnten in den letzten Jahren mit der Einführung der flexiblen und dialogfähigen Touch-Screen-Technik erreicht werden.

Die zuverlässige Gewährleistung von Anschlüssen spielt eine bedeutende Rolle für die Steigerung der Attraktivität des ÖPNV. Vor allem in den weniger gut mit ÖV-Angeboten versorgten Räumen sowie generell in den Abendstunden ist es wichtig, daß Anschlüsse auch dann gewährleistet werden, wenn Verspätungen auftreten. Darum muß die Anschlußsicherung abhängig vom aktuellen Betriebszustand erfolgen. Für eine solche *dynamische Anschlußsicherung*

fehlen derzeit sowohl (v. a. betreiberübergreifende) Informationen über den Betriebszustand der komplexen ÖPNV-Systeme als auch wesentliche technische Voraussetzungen. Mit Hilfe neuer Systemlösungen könnte die Betriebszentrale über die aktuellen Positionen aller Fahrzeuge informiert sein, Verspätungen könnten so prognostiziert und – automatisch oder manuell – in Warte- oder Fahrbefehle an die Fahrzeuge umgesetzt werden, um die Anschlüsse an den wichtigsten Umsteigepunkten zu gewährleisten. Damit lassen sich bereits kurzfristig deutliche Verbesserungen der Zuverlässigkeit erreichen, mittelfristig ließen sich eine bessere Anpassung der Fahrpläne an die tatsächlichen Fahrzeiten, eine Verbesserung der Pünktlichkeit und eine Abnahme der Verspätungen realisieren. Diese erhöhte Qualität kann einen Beitrag zur Erhöhung der Attraktivität und der Fahrgastzahlen und damit zu einer wirtschaftlicheren Gestaltung des ÖV leisten.

5.3 Zahlungssysteme

Bargeldloses Bezahlen im ÖPNV ist ein seit längerer Zeit diskutiertes Thema. Für die rasche Ablösung des Bargelds durch elektronische Zahlungsmittel spricht aus Sicht der Verkehrsunternehmen (VDV 1996), daß der Bargeldbestand in den stationären Fahrausweisautomaten, aber auch in den Fahrerkassen mit wachsenden Fahrpreisen ein zunehmendes Sicherheitsrisiko darstellt, daß die Kosten der Bargeldverarbeitung in den Verkehrsunternehmen immer höher werden, daß der Zeitbedarf für den Zahlungsvorgang beim Verkauf von Fahrausweisen durch die Fahrer die Wirkung betrieblicher Beschleunigungsmaßnahmen konterkariert und damit die entsprechenden Aufwendungen ad absurdum führen kann und daß durch elektronische Zahlungssysteme den Kunden ein mit der Benutzung anderer Verkehrsmittel vergleichbarer Komfort beim Zahlungsvorgang geboten werden kann. Zudem sollen durch bargeldloses Bezahlen weitere Zugangshemmnisse zum ÖPNV reduziert werden: Das bei oft knappen Zeitbudget notwendige Hantieren mit kompliziert zu bedienenden Fahrschein-Automaten, die häufig die Bereithaltung eines größeren Münzvorrates bedingen, soll vereinfacht werden. Der sogenannte „out-of-pocket-Schmerz", der häufig notwendige psychologisch wirksame Griff zum Geldbeutel beim wiederholten Erwerb von Einzelfahrscheinen, läßt sich dadurch vermeiden (Bussiek et al. 1996).

Zur Förderung des Komforts sowie zum Abbau von Zugangshemmnissen werden zahlreiche Systeme zum bargeldlosen Fahrgeldmanagement erprobt. Einige Verkehrsbetriebe setzen unternehmenseigene Prepaid-Karten ein. Die Deutsche Bahn AG und der VDV haben zusammen mit der Deutschen Telekom eine sogenannte PayCard (im Prinzip eine um die Funktion der Wiederaufladbarkeit ergänzte Telefonkarte) entwickelt. Neben den betrieblichen Vorteilen bringen die zinsbringende Verwaltung der Prepaid-Gelder sowie die Nutzung der Karte für eigene und fremde Marketing-Maßnahmen weitere positive Effekte für die Unternehmen. Grundsätzlich ließen sich die Prepaid-Karten zu einem allgemeinen „Mobilpass" (Hug/Mock-Hecker 1995) für Bus, Bahn, Parkplatz, Informationsdienste, Straßenbenutzungsgebühren usw. weiterentwickeln. Auch unterschiedliche Postpaid-Systeme sind getestet worden, ebenso wurde der Erwerb von Zeitfahrkarten mit der EC-Karte in den Fahrzeugen erprobt. Da es durch die notwendigen Abrechnungszeiten beim Lesevorgang auf den Magnetstreifen- oder Chipkarten bei höherem Fahrgastaufkommen an den Geräten zu Verzögerungen kommt, wird erwogen, die Zeitverluste durch den Einsatz berührungsfrei lesbarer, multifunktionaler Karten zu reduzieren. Solche Weiterentwicklungen werden mittlerweile in einigen Städten als Prepaid- oder Postpaid-Systeme erprobt. Sie sollen besonders in Ballungszentren an den Massenverkehrsmitteln (U- und S-Bahn) einen schnelleren und zuverlässigeren Abrechnungsvorgang ermöglichen.

5.4 Sicherungs- und Betriebsleittechnik bei den Eisenbahnen

Der Eisenbahnbetrieb unterscheidet sich von allen anderen Verkehrssystemen (Straßen-, Schiffs-, Flugverkehr) dadurch, daß der Fahrweg aufgrund der Spurgebundenheit der Fahrzeuge fest vorgegeben ist. Aufgrund der ungünstigen Reibungsverhältnisse beim System Rad-Schiene und der daraus resultierenden langen Bremswege wird im Eisenbahnverkehr auf „Signalsicht" gefahren, im Gegensatz zum Straßenverkehr, wo auf „Sicht" gefahren werden kann. Die Spurgebundenheit des Schienenfahrzeugs und das Fahren auf Signalsicht sind Gründe dafür, daß die Verantwortlichkeit für richtige Einstellung und Befahrbarkeit des Fahrweges auf verschiedene Stellen übergeht.

Die Züge der Deutschen Bahn AG (DB AG) fahren im Hauptsignal-Vorsignal-System (H-V-System), wobei sich der Abstand zwischen Hauptsignal und Vorsignal aus dem Bremsweg des Zuges bis zum Stillstand ergibt. Die konventionelle Zugsicherung unterteilt den Fahrweg mit festinstallierten Hauptsignalen in sogenannte Blockabschnitte mit der Forderung, daß sich in einem Blockabschnitt jeweils nur ein Zug befinden darf. Die ortsfeste Anordnung der Haupt- und Vorsignale bei *konventionellen H-V-Systemen* bedingt, daß der Vorsignalabstand nicht in Abhängigkeit von den verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten der Zuggattungen festgelegt werden kann, sondern in Abhängigkeit von einer Streckenhöchstgeschwindigkeit festgelegt werden muß. Eine zusätzliche Zugsicherung im konventionellen H-V-System erfolgt entweder mittels einer induktiven Zugsicherung (Indusi), die eine Ergänzung der Außensignalisierung darstellt, oder als Erweiterung des statischen H-V-Systems über die *Linienzugbeeinflussung (LZB)*, die inhaltlich einer Zugsicherung und einer Zugsteuerung entspricht. Die LZB stellt insofern eine Erweiterung des konventionellen H-V-Systems dar, weil die Vorsignal- und Hauptsignalinformationen nicht mehr visuell erfaßt, sondern elektronisch übertragen werden. Die Fahrwegsteuerung, d. h. die Bildung, Sicherung und Überwachung der Fahrstraßen (= signaltechnisch gesicherte Fahrwege), ist die Aufgabe der Stellwerke. Bei ausgedehnten Gleisanlagen werden die Fahrwegelemente, wie z. B. Weichen

oder Signale, aus Gründen der Sicherheit, Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit vom Stellwerk ferngestellt.

Das Entwicklungsziel für den Einsatz der ersten LZB in den sechziger Jahren bestand darin, die Hauptsignalinformationen dem Triebfahrzeugführer mindestens im Bremswegabstand des Zuges zur Verfügung zu stellen. In diesem System fuhr der Triebfahrzeugführer weiterhin nach ortsfesten Signalen und erhielt zusätzlich Informationen durch die LZB über den freien Bremsweg bis 5 000 m. Aufgrund der Geschwindigkeitssteigerung für Reisezüge auf Neubaustrecken ist die LZB in den achziger Jahren zu einem System der Zugsicherung mit Führerraumsignalisierung entwickelt worden, da aufgrund des erheblich vergrößerten Bremsweges die Signale nicht mehr beobachtet werden konnten und die Signalsicht auf 10 000 m angehoben werden mußte. Durch die Informationsübertragung von Signal- und Geschwindigkeitsangaben auf die Führerraumanzeige des Fahrzeuggerätes durch im Gleis verlegte Linienleiter ist der Übergang zur Führerraumsignalisierung mit linienförmiger Zugbeeinflussung und dem Vorrang der Führerraumanzeige vor den ortsfesten Signalen und dem Fahrplan realisiert worden. Der Übergang vom *„Fahren auf Signalsicht"* zum *„Fahren auf elektrische Sicht"* für LZB-geführte Fahrzeuge hat dazu geführt, daß eine Außensignalisierung überflüssig geworden ist. Die Informationen über Zielgeschwindigkeit, Zielentfernung usw. werden kontinuierlich auf der Strecke übertragen, wohingegen deren Übermittlung an einem Signalstandort nur punktförmig möglich wäre. Im Prinzip könnte vollständig auf Signale verzichtet werden, wenn alle Züge mit der LZB-Technik ausgerüstet werden würden.

Die Streckenleistungsfähigkeit der Neubaustrecken wird neben der Blockabschnittslänge von dem Ausrüstungsgrad des Triebfahrzeugparks mit LZB maßgeblich bestimmt. Die Leistungsfähigkeit wird beeinträchtigt, wenn ein nicht LZB-geführter Zug auf der Strecke fährt, da die Blocklänge dem Abstand der ortsfesten Blocksignale entspricht, während für die LZB-geführten Züge wesentlich kürzere Blockabschnitte maßgebend sind. Die Sicherheitslogik hat sich bei der Linienzugbeeinflussung grundsätzlich nicht geändert.

Der Unterschied der LZB mit Führerraumsignalisierung mit Vorrang vor den Signalen gegenüber der ortsfesten Signalisierung besteht darin, daß die Übertragung der notwendigen Informationen signaltechnisch gesichert (bis V = 300 km/h) und die Umsetzung ohne Mitwirkung des Triebfahrzeugführers durch den Einsatz der automatischen Fahr- und Bremssteuerung (AFB) möglich ist. Die Signalisierung der Geschwindigkeiten findet mit LZB in Abhängigkeit der Fahrgeschwindigkeiten und des Bremsvermögens der verschiedenen Zuggattungen statt und muß sich nicht mehr an der Streckenhöchstgeschwindigkeit orientieren. Weiterhin ist ein vollständiger Verzicht auf Lichtsignalisierung auf der Strecke bei artrein geführtem Zugbetrieb möglich; Ausnahmen sind weiterhin Bahnhöfe und Überleitstellen. Trotz des möglichen Wegfalls der Außensignalisierung fahren die Züge weiterhin im festen Raumabstand.

Der maßgebende Faktor für die Streckenleistungsfähigkeit ist der Zugfolgeabstand, der im H-V-System von der Länge der Blockabschnitte und der Fahrdynamik der Züge abhängig ist. Durch eine Abstimmung der Blockabschnittslängen auf die Fahrdynamik von bremsenden und anfahrenden Zügen im Ein- und Ausfahrbereich von Bahnhöfen kann eine Verkürzung der festen Blockabstände (nach Suwe 1993 theoretisch auf bis zu weniger als 100 m) erreicht werden. Die auf einigen Streckenabschnitten in Bahnhöfen zusätzlich geschaffenen LZB-Blockabschnitte mit den entsprechenden LZB-Blockkennzeichen (LBK) haben zur Folge, daß z. B. ein überholter Zug kurz nach dem überholenden Zug den Bahnhof verlassen kann.

Unverzichtbare Voraussetzungen für den Einsatz von verdichteten Blockabschnitten sind eine linienförmige Zugbeeinflussung mit kontinuierlicher Informationsübertragung zwischen Streckeneinrichtung und Zug, sowie moderne Stellwerke und eine rechnergestützte Zugüberwachung (Rzü).

Der *Hochleistungsblock im H-V-System* ist eine Maßnahme, die sich auf eine Ergänzung der sicherungstechnischen Infrastruktur bezieht und eine Verkürzung der Blockabschnitte zur Folge hat. In Verbindung mit der LZB könnte auf diese Weise eine Leistungssteigerung der Strecke, auch im Bahnhofsbereich, erreicht werden, da die Blockabschnittslängen an die Bremsweg- und Beschleunigungslängen der Züge angepaßt werden. Die Realisierung eines solchen Systems wird derzeit im Projekt CIR-ELKE erprobt.

Das Stellen und Sichern eines freien Fahrweges konnte mit der Entwicklung der kontinuierlichen Zugsteuerung durch die LZB nicht mithalten, d. h. der freie Fahrweg kann nur vor Ort und abschnittsweise festgestellt werden. Das optimale Zusammenwirken von Fahrweg, LZB und Triebfahrzeug wird damit durch die Abhängigkeit der Fahrwegsteuerung von der Blockabschnittsbelegung eingeschränkt. Ein Übergang von einer diskontinuierlichen zu einer kontinuierlichen Blockfreimeldung würde einerseits eine Steigerung der Streckenleistungsfähigkeit und andererseits eine Verkürzung der Blocklängen bis zur Mindestblocklänge, die sich aus dem Bremsweg beim Fahren mit Höchstgeschwindigkeit ergibt, bewirken.

Das bei der Verkürzung der Blocklängen verfolgte Ziel ist der *mobile Block*, d. h. das *„Fahren auf elektrische Sicht im absoluten Bremswegabstand"*. Der mobile Block erfordert eine kontinuierliche, dem Zugschluß folgende Fahrwegfreimeldung. Eine Installation der Gleisfreimeldetechnik bis zu den kleinsten Fahrwegabschnitten herab (linienförmige Gleisfreimeldung) kann jedoch aus Kostengründen nicht realisiert werden. Der mobile Block hätte zur Folge, daß sich die betriebliche Belegungsdauer eines „Blockabschnitts" der physischen Belegungszeit annähert und dadurch die Streckenleistungsfähigkeit erhöht würde.

Die systembedingten Grundvoraussetzungen für das Fahren im absoluten Bremswegabstand, d. h. Fahren mit den kürzesten Zugfolgezeiten, bestehen in einer kontinuierlichen bzw. quasikontinuierlichen Datenübertragung vom Fahrweg zum Fahrzeug und umgekehrt, einer möglichst exakten Fahrzeugortung (Zugschlußortung) und einer signaltechnisch sicheren zuginternen Zugvollständigkeitsprüfung, deren technische Entwicklungen noch nicht realisiert wurden.

Immer stärkere Verkehrsströme haben dazu geführt, daß intensiv an einer Erhöhung der Kapazitäten im Eisenbahnnetz gearbeitet wird, ohne dabei den Bau von neuen Strecken vorzusehen. Das Projekt *CIR-ELKE (Computer Integrated Railroading – Erhöhung der Leistungsfähigkeit im Kernnetz der Eisenbahn)* der DB AG verfolgt das Ziel, die vorhandene Infrastruktur der Eisenbahn besser zu nutzen. Hierzu soll mittels technischer Innovation vor allem im Bereich der Sicherungs- und Betriebsleittechnik die Leistungsfähigkeit der vorhandenen Anlagen gesteigert werden. Der wichtigste technische Baustein im CIR-ELKE-Projekt ist neben der Schaffung von Betriebsleitzentralen der Hochleistungsblock mit linienförmiger Zugbeeinflussung (HBL), durch den eine Steigerung der Streckenleistungsfähigkeit mittels einer Verkürzung der Blockabschnittslängen angestrebt wird.

Eine möglichst intensive Nutzung der CIR-Strecken stellt zugleich erhöhte Anforderungen an die Fahrplankonstruktion, denn der Forderung nach möglichst hohen Zugzahlen steht der nicht minder wichtige Anspruch gegenüber, auch bei betrieblichen oder technischen Unregelmäßigkeiten eine gute Betriebsqualität zu gewährleisten. Dem Einfügen von Zeitpuffern zwischen Zügen und der Verwendung von Fahrzeitzuschlägen sind jedoch enge Grenzen gesetzt, da durch diese Maßnahmen die Streckenleistungsfähigkeit gesenkt wird.

Bei der Fahrplankonstruktion sollten einige Randbedingungen beachtet werden, um die optimale Leistungsfähigkeit des Systems zu erreichen. Wenn mehrere ICE/IC-Linien auf der betrachteten Strecke liegen, sollten diese gebündelt verkehren. Der Regionalverkehr sollte aus verkehrlichen Gründen als Zu- und Abbringer zum ICE/IC-Verkehr möglichst mit bahnsteiggleicher Umsteigemöglichkeit konzipiert werden, um eine kurze Zugfolgezeit aus verkehrlichen Gründen zu erreichen. In dieses vom Personenverkehr gegebene Fahrplanraster lassen sich Güterzugtrassen in ausreichender Zahl mit akzeptabler Planungsqualität einlegen. Durch die mit der LZB mögliche höhere Fahrgeschwindigkeit der Güterzüge ergeben sich im Güterverkehr mehr Fahrplantrassen, die eine deutlich schnellere Führung der Güterzüge durch das System ermöglichen. Durch eine höhere Geschwindigkeit können verträglicher zum übrigen Verkehr in den Fahrplan eingepaßte Fahrplantrassen bestimmt und Überholungen vermieden werden.

Für die qualitative Verbesserung gibt es besonders beim Güterverkehr folgende Gründe:

1. Vorausschauendes Fahren. Es kann angenommen werden, daß Züge mit LZB-Steuerung seltener zum Halten kommen. Züge müssen z. B. nach einer Schnellbremsung vor einer Weiterfahrt einige Minuten stehenbleiben, bis die Bremse wieder gelöst werden kann.
2. Schnelles Nachfolgen. Durch den Hochleistungsblock kann ein zweiter Zug dem ersten schneller folgen als bei der herkömmlichen Blockteilung. Dieser Fall tritt insbesondere bei Güterzügen auf, da bei Personenzügen eine Überholung aus betrieblichen Gründen (Zugwechselzeiten im Bahnhof, Taktverkehr, Fahrgastübergang) seltener vorkommt.

Zusätzlich gibt es aber auch Einflüsse, die beim CIR-Ausbau allen Zugfahrten zugute kommen. Hier sind in erster Linie die modernen Stellwerksanlagen zu nennen, die kürzere Stellzeiten haben und im Gegensatz zu älteren Stellwerkseinrichtungen eine Teilauflösung der Fahrstraße ermöglichen.

Da die CIR-Maßnahmen hauptsächlich bei Ein- und Ausfädelungsvorgängen spürbare Leistungsverbesserungen bringen, sind die Auswirkungen bei Mischbetrieb wegen der Vielzahl der dort auftretenden Überholvorgänge besonders markant. Bei artreinem Betrieb (z. B. S-Bahn) sind die Auswirkungen nur an Streckenverzweigungen und bei den Zugwechselzeiten am Bahnsteig signifikant.

Wichtig ist, daß die CIR-Strecken nicht isoliert betrachtet werden dürfen, denn sie sind vielfach mit dem übrigen Netz verknüpft. Um die volle Leistungsfähigkeit des Systems nutzbar zu machen, müssen die Engpässe im Zu- und Ablauf von CIR-Strecken beseitigt werden. Außerdem sollte überprüft werden, inwieweit die Zu- und Ablaufstrecken zu CIR-Strecken zumindest in den angrenzenden Bereichen mit in den CIR-Ausbau integriert werden können, um einen weichen Übergang zwischen H/V-System und Hochleistungsblock zu schaffen.

Insgesamt werden durch das Projekt CIR-ELKE Leistungssteigerungen im Netz in der Größenordnung von 40 Prozent erwartet, davon 20 % durch technische Verbesserungen und 20 % durch betrieblich-organisatorische Maßnahmen des Marketings (Ernst 1996). Bis zum Jahr 2010 hat das BMV für dieses Projekt Mittel in Höhe von 4,6 Mrd. DM (davon 2,6 Mrd. DM im vordringlichen Bedarf des BVWP) vorgesehen.

Zur Überprüfung und Bestätigung dieses Betriebskonzeptes wurde *der Streckenabschnitt Offenburg-Basel als Erprobungsstrecke* eingerichtet. Auf der Pilotstrecke wurden z. B. als reine CIR-Ausbaumaßnahmen zunächst nur die Blockverdichtung mit LZB-Blöcken sowie die Anpassung der Stellwerke vorgesehen, gleichzeitig wurde das H/V-Blocksystem gemäß den Vorgaben reduziert, d. h. die H/V-Blöcke wurden insgesamt länger. Die CIR-Maßnahmen ermöglichen, flankiert von kleineren Ausbaumaßnahmen, eine deutliche Leistungssteigerung von 20 bis 30 % gegenüber dem Istzustand und sind damit geeignet, relativ kurzfristig zusätzliche Kapazitäten auf vorhandenen Strecken zu schaffen. Der „CIR-Effekt" resultiert im wesentlichen aus den kurzen Blöcken im Ein- und Ausfahrbereich der Bahnhöfe, die kürzere Zugfolgezeiten ermöglichen. Dieses kann auch mit

ETCS in der Stufe 2 (s. u.) realisiert werden, da dort ebenfalls eine feste Blockteilung mit unter-bremsweglangen Blöcken und Führerraumsignalisierung vorgesehen sind. Die ETCS-Komponenten sind in der Entwicklung bzw. teilweise schon in der Erprobung. Bis ETCS voll einsatzreif sein wird, werden aber noch einige Jahre vergehen, während die CIR-ELKE-Bauteile schon verfügbar sind und zumindest theoretisch sofort weitere Strecken und Fahrzeuge mit CIR-ELKE-Technik ausgerüstet werden könnten, um so kurz- bis mittelfristig die Engpässe im Eisenbahnnetz zu entschärfen. Langfristig wird sich auch im Hinblick auf den grenzüberschreitenden Verkehr ETCS als gemeinsames Sicherungssystem der europäischen Bahnen durchsetzen.

Das Projekt *European Train Control System (ETCS)* hat als ursprüngliches Hauptziel eine Harmonisierung der unterschiedlichen europäischen Zugsicherungs-, Zugsteuerungs- und Signalsysteme. Hierdurch soll grenzüberschreitender Verkehr insbesondere im Hinblick auf das geplante gesamteuropäische Hochgeschwindigkeitsnetz vereinfacht werden. Durch die standardisierte Bauform, den geringen Umfang der Streckenausrüstung und die Automatisierung des gesamten Sicherungs- und Steuerungssystems kann das ETCS zu einer Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Eisenbahnstrecken beitragen. Da ein solches System nicht kurzfristig flächendeckend installiert werden kann, muß es mit allen bisher bestehenden Sicherungs- und Steuerungseinrichtungen zusammenarbeiten können. Das ETCS ist modular aufgebaut, so daß eine stufenweise Einführung von der einfachen Zugsicherung (Stufe 1, ähnlich der Indusi der DB) bis zur Zugsteuerung mit Zugortung und Zugvollständigkeitskontrolle durch die Fahrzeuge (Stufe 3, ermöglicht Fahren im absoluten Bremswegabstand) möglich ist.

Wichtigster Bestandteil für eine schnelle Einführung des ETCS ist das als EUROCAB bezeichnete Fahrzeuggerät. Dieses kann über entsprechende Schnittstellen Informationen mit allen heute zur Zugsicherung und -steuerung eingesetzten Systemen austauschen. Für weitere Ausbaustufen bzw. den Einsatz auf Neubaustrecken sind drei verschiedene Wege der Informationsübermittlung vorgesehen: Die EUROBALISE dient zur punktuellen Datenübertragung, etwa zur Übermittlung des Signalbegriffs bei herkömmlichen Signalsystemen, oder zur Zugortung. Hierbei erfolgt – vergleichbar der Bakentechnik im Straßenverkehr – die Übermittlung festdefinierter oder von der Betriebssituation abhängiger Datentelegramme an ein passierendes Fahrzeug. Kurze Linienleiterschleifen (EUROLOOP) ermöglichen eine semikontinuierliche Datenübertragung, um zum Beispiel bei Annäherung eines Zuges an ein Hauptsignal einen Wechsel des Signalbegriffs sofort melden zu können. Über Datenfunk (EURORADIO) ist ein kontinuierlicher Informationsaustausch zwischen Fahrzeug und Streckenzentrale möglich.

In der höchsten Ausbaustufe (Stufe 3) des ETCS kommt der Datenfunk zur Anwendung. Als Streckenausrüstung sind lediglich Balisen vorgesehen, die nur zum Abgleich für die genaue Standortfestlegung des Fahrzeuges dienen. Auf ortsfeste Signale und Gleisfreimeldeeinrichtungen kann dagegen verzichtet werden. Die Kontrolle der Zugvollständigkeit wird vom Fahrzeuggerät übernommen. Damit ist es möglich, von einer festen Blockteilung abzugehen und stattdessen die Züge einander im absoluten Bremswegabstand folgen zu lassen. Dabei meldet der vorausfahrende Zug ständig seine aktuelle Position, seine Geschwindigkeit und seine Zuglänge an die Streckenzentrale. Ein nachfolgender Zug kann hieraus seinen Abstand zum Zugschluß des ersten Zuges ermitteln und seine Geschwindigkeit so anpassen, daß er im Notfall immer noch vor diesem zum Stehen kommen kann. In Deutschland sollte diese Stufe 3 des ETCS erstmals auf der Neubaustrecke Köln Rhein/Main eingesetzt werden. Eine tatsächliche Realisierung ist derzeit jedoch noch zweifelhaft, da Fahren im absoluten Bremswegabstand eine ständige Zugvollständigkeitskontrolle und die permanente bilaterale Kommunikation der Züge mit der Streckenzentrale voraussetzt, speziell die Vollständigkeitskontrolle aber derzeit für lokbespannte Züge noch nicht hinreichend gelöst ist. Möglicherweise kommt darum zunächst lediglich Stufe 2 zur Anwendung. Das bedeutet im wesentlichen, daß dort eine feste Blockteilung eingerichtet wird, die an besonderen Gefahrenpunkten zusätzlich mit Signalen ausgestattet wird, und daß die Führerraumsignalisierung Vorrang vor den Streckensignalen hat.

Bereits 1989 begannen in Deutschland die Forschungsarbeiten im Projekt *DIBMOF (Dienste-integrierender Bahnmobilfunk)* zur Verwirklichung eines neuen, offenen Funkübertragungssystems, das den spezifischen Anforderungen der Bahnen Rechnung trägt. Mit ihm sollten unter Verwendung eines offenen digitalen Standards bisher getrennt behandelte Kerndienste wie Zugfunk, Betriebsfunk, Rangierfunk, Funkzugbeeinflussung und Kundenkommunikation verknüpft werden. Es wurde erkannt, daß der europäische Mobilfunkstandard GSM eine geeignete Basis sein könnte, wenn er für die bahntechnischen Anforderungen funktional erweitert würde. Diese Spezifikation GSM-R wird in den nächsten Jahren zur europaweiten Betriebskommunikation zwischen den Zügen und den ortsfesten Streckeneinrichtungen einsatzbereit sein. Zur Validierung der Systemparameter des GSM-R-Standards wurde die ICE-Hochgeschwindigkeitsstrecke Stuttgart-Mannheim mit entsprechender Funk- und Vermittlungstechnik für das DIBMOF-Projekt ausgestattet. Seit Juni 1996 finden dort Meßfahrten statt. Anfang 1998 soll der Betrieb auf der DIBMOF/ETCS-Pilotstrecke zwischen Berlin und Halle/Leipzig aufgenommen werden, wo anstelle der geplanten LZB eine Funkzugbeeinflussung realisiert wird. Auf der Neubaustrecke Köln-Frankfurt soll dann die gesamte Sicherungs- und Betriebsleittechnik erstmals ausschließlich über Funk, d. h. ohne konventionelle Signalisierung, betrieben werden.

Zukünftig wird mit DIBMOF ein Baustein zur standardisierten Betriebskommunikation zur Verfügung stehen. Die Erfahrungen mit DIBMOF sollen auch in die Arbeiten für ein einheitliches Betriebsleitsystem für die Hochgeschwindigkeitsnetze der europäischen Bahnen einfließen, daher muß sich DIBMOF in den

Realisierungsprozeß des Projektes ETCS einfügen. Aufgrund der geplanten Einbeziehung der automatischen Zugsteuerung werden an die gesamte GSM-R-Systemtechnik höchste Anforderungen in bezug auf Netz-Sicherheit und System-Redundanz gestellt. Die digitale Zugfunk-Kommunikation wird nicht nur in Deutschland umgesetzt. Im Rahmen der internationalen Projekte EIRENE (European Integrated Railway Radio Enhanced Network) und MORANE (Mobile Radio for Railway Networks in Europe) werden auch in Frankreich und Italien je eine GSM-R-Teststrecke aufgebaut. Daneben unterstützen vor allem auch Spanien, Großbritannien, Dänemark, Österreich und Schweden den GSM-R-Standard. Nach Schätzungen der UIC könnten bis zum Jahr 2007 etwa 90 000 Streckenkilometer mit der neuen Technik ausgestattet sein.

6. Telematik-Systeme für den intermodalen Verkehr

Innerhalb der Diskussion um die Anwendung von IuK-Techniken im Verkehr findet sich immer wieder die Forderung bzw. der Wunsch, daß diese alle Verkehrsträger integrieren und intelligent miteinander verknüpfen sollen. IuK-Techniken können den grundsätzlichen Systemnachteil sogenannter gebrochener Verkehre durch verbesserte Informationsbereitstellung relativieren oder sogar beseitigen. Allerdings sind für solche intermodalen Ansätze technisch und wirtschaftlich realisierbare Konzepte bislang nur spärlich vorhanden. Da Organisationsstrukturen für intermodale Verkehre oder ein integriertes Gesamtverkehrssystem erst in Anfängen existieren, besteht die Gefahr, daß die Entwicklung und Anwendung der neuen Techniken nicht im notwendigen Umfang verkehrsträgerübergreifend gestaltet werden.

Ein erster verkehrsträgerübergreifender Ansatz im *Personenverkehr* ist die Verbesserung der Informationslage über die Angebote der verschiedenen Verkehrssysteme. Von diesen vor Fahrtantritt bereitgestellten Informationen (pre-trip-Info) erhofft man sich eine Beeinflussung des Verkehrsmittelwahlverhaltens, primär einen Verzicht auf den Pkw und die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel. Modelluntersuchungen (Zumkeller et al. 1993) auf der Basis empirischer Grundlagen aus den Städten Den Haag und Kassel kommen im Szenario „Pre-trip-planning" mit umfassender, verkehrsträgerübergreifender Verkehrsinformation zu Hause zu leichten Modal-Split-Verschiebungen: Pkw: –1,6 %, ÖPNV: +2,7 %, Fahrrad: +4,6 % und Car-Pooling: +0,9 %. Auf Ergebnisse in der gleichen Größenordnung kommt eine Untersuchung, die eine automatisierte, jederzeit und überall verfügbare, individuelle Auskunft und damit eine weitgehende Reduktion des Anteils der Nichtinformierten voraussetzt. Demnach würde sich bei der Verkehrsmittelwahl eine Verschiebung von 3 Prozentpunkten vom IV zum ÖV ergeben (Dobeschinsky 1991). Die niedrigen Werte zeigen, daß eine Verbesserung der Informationslage allein wohl keine entscheidende Veränderung bringen wird und daß für deutlichere Effekte Maßnahmen aus anderen Bereichen notwendig sein werden.

Eine wichtige Voraussetzung für die Verbesserung der Ausgangssituation des ÖPNV ist die Einrichtung leistungsfähiger *Informationszentralen*, die nicht nur verkehrsträger- und unternehmensspezifische, sondern idealerweise auch übergreifende Informationen sammeln, auswerten und für persönliche Routenvorschläge zur Verfügung stellen. Die Organisation dieser Einrichtungen ist für den ÖPNV von entscheidender Bedeutung. Würden diese Einrichtungen auch die Vermittlung freier Kapazitäten des motorisierten Individualverkehrs mit einschließen, so ließen sie sich zu *Mobilitätszentralen* zur Koordinierung der Mobilitätsbedürfnisse einer Region ausbauen. Hierzu liegen bereits konzeptionelle Vorschläge vor; für deren Umsetzung und eine Abschätzung ihrer Wirksamkeit sind jedoch noch zahlreiche organisatorische, soziale und rechtliche Fragen zu untersuchen.

Im Rahmen neuer Verkehrskonzepte erlangt die intelligente Vernetzung des ÖPNV und MIV sowie des Schienen- und Straßengüterverkehrs mit Hilfe der Telematik zunehmend an Bedeutung. Unternehmen des ÖPNV sowie einige größere Transportunternehmen verfügen schon über Leit- und Informationssysteme, die für ein städtisches Verkehrsmanagement verwendet werden könnten. Zu diesem Zweck wird daran gearbeitet, diese Einzellösungen in einen flächendeckenden Informationsverbund einzubeziehen bzw. miteinander zu verknüpfen, so daß regionale wie überregionale Informationen jederzeit zur Verfügung stehen. Beispielsweise sind Informationsdefizite zum ÖPNV-Angebot ein wichtiges Hemmnis, bestehende Verbindungen öffentlicher Verkehrsmittel zu nutzen. Der Aufbau solcher Datenverbünde ist deshalb auch Kernstück von Projekten in Bayern und Baden-Württemberg.

7. Ausgewählte Telematik-Pilotprojekte

Die Analyse und Bewertung des Einsatzes von IuK-Techniken im Verkehrsbereich kann sich auf Ergebnisse einer Reihe von Pilotprojekten abstützen, in denen ausgewählte Telematikanwendungen mit finanzieller Förderung durch deutsche (BMV, BMBF) und europäische Institutionen im Rahmen von Feldversuchen in Ballungsräumen und im Fernverkehr erprobt werden. Nachfolgend werden die dort gemachten Erfahrungen vorgestellt.

7.1 Telematikprogramme in Europa

Projekte im Bereich der Verkehrstelematik werden durch die Europäische Union mit erheblichen Mitteln gefördert.

Als Teil des Dritten Rahmenprogrammes für Forschung und technologische Entwicklung (1990–1994) wurde ein Forschungs- und Entwicklungsprogramm zu Telematik-Systemen aufgelegt. Der der Telematik-Anwendung im Verkehrswesen gewidmete Teil dieses Programmes erhielt – in Anlehnung an das im Zweiten Rahmenprogramm durchgeführte Vorläuferprogramm DRIVE (Dedicated Road Infrastructure for Vehicle Safety in Europe) – den Namen DRIVE 2. In-

nerhalb von DRIVE 2 wurden zwischen 1991 und 1994 64 Projekte zur Verkehrstelematik gefördert. Davon wurden etwa zwei Drittel mit Beteiligung deutscher Unternehmen und Forschungseinrichtungen durchgeführt.

Der Sektor Verkehrstelematik im Dritten Rahmenprogramm stellte einen großen Anteil seines Finanzrahmens – etwa 65 % – für die Validierung an tatsächlichen Anwendungsstandorten bereit. An diesen Praxis-Validierungen waren 19 Großstädte und 13 interregionale Korridore beteiligt. Einige der Projekte beinhalteten auch in Deutschland durchgeführte Feldversuche zur Anwendung einzelner Telematik-Techniken im Verkehrssystem. Hierbei sind insbesondere zu nennen: STORM (im Rahmen von QUARTET), MUNICH COMFORT/KVM (im Rahmen von LLAMD), RHAPIT, und VIKTORIA (im Rahmen von SCOPE).

Im Mai 1994 beschlossen das Europäische Parlament und der Rat das Vierte Rahmenprogramm für Forschung und Technologie (1994 bis 1998) mit einem Gesamtumfang von über 11 Milliarden ECU. Darin werden insbesondere innerhalb des Verkehrstelematikprogramms der Generaldirektion XIII im Umfang von insgesamt etwa 205 Mio. ECU, aber auch im Verkehrsforschungsprogramm der Generaldirektion VII (Gesamtvolumen etwa 240 Mio. ECU) Arbeiten zur Verkehrstelematik gefördert. Die erste Ausschreibung erfolgte im Dezember 1994, Anfang 1996 wurden die ersten Arbeiten begonnen.

Mit dem Verkehrstelematikprogramm der Generaldirektion XIII sollen Teilergebnisse und Untersuchungen aus dem 3. Rahmenprogramm mit dem Ziel aufgegriffen und fortgeführt werden, Verkehrstelematiksysteme und -dienste bereits bis zum Jahr 2000 in erheblichem Umfang europaweit einzuführen. Mitte 1997 wurden im Verkehrstelematikprogramm insgesamt 73 Projekte gefördert, darunter waren 51 Projekte mit deutscher Beteiligung, in denen 78 deutsche Institutionen als Projektpartner mitarbeiteten. An 13 Projekten sind deutsche Straßenbauverwaltungen mittelbar oder unmittelbar beteiligt (Straßenbaubericht 1996).

Weitere Arbeiten mit direkten Telematikbezug erfolgen im Verkehrsforschungsprogramm der Generaldirektion VII. So konzentrieren sich die Arbeiten zum Eisenbahnverkehr auf die Entwicklung des europäischen Eisenbahnverkehrsmanagementsystems (ERTMS), im Bereich Luftverkehr werden Fragen des Luftverkehrsmanagements untersucht. Weitere Schwerpunkte sind Verkehrsmanagement und preispolitische Maßnahmen im Stadtverkehr sowie Verkehrs-, Transport- und Informationsmanagement im Straßenverkehr.

7.2 Erfahrungen aus ausgewählten Verkehrstelematik-Projekten in Deutschland

Eine Auswertung ausgewählter *Pilotprojekte in Ballungsräumen* (ISV 1997b) in Deutschland bezüglich der organisatorischen Ausprägung und der eingesetzten Techniken zeigt, daß die dort umgesetzten Vorstellungen äußerst vielfältig und heterogen sind. Dies gilt nicht nur für die eingesetzten Basistechniken, sondern insbesondere auch für die Zielsetzungen der Projekte, die sich – je nach Kommune, Diensteanbieter/Betreiber und Hersteller – vor allem wegen der unterschiedlichen Interessenlagen, aber auch aufgrund unterschiedlicher organisatorischer und verkehrspolitischer Vorstellungen, zum Teil beträchtlich unterscheiden. Drei ausgewählte Projekte mit europäischer Förderung sollen im folgenden ausführlicher vorgestellt werden.

7.2.1 FRUIT

Die Machbarkeitsstudie FRUIT (*Fr*ankfurt *U*rban *I*ntegrated *T*raffic Management) wurde in den Jahren 1992 und 1993 durchgeführt. Sie geht zurück auf eine Bewerbung des Bundeslandes Hessen für einen Feldversuch zur Erprobung von Kraftfahrerinformationssystemen (SOCRATES). Daraus entstand das EU-Projekt Rhapit, dessen Forschungsansatz (Federführung: Hessisches Landesamt für Straßenwesen, Heusch Boesefeldt) durch einen starken regionalen Bezug und eine Schwerpunktsetzung auf den motorisierten Individualverkehr gekennzeichnet war. Die politischen Veränderungen in Hessen und eine inhaltliche Neuorientierung des Hessischen Landesamts für Straßenwesen führten zu Überlegungen, wie die starke Betonung des Individualverkehrs im Projekt RHAPIT korrigiert werden könnte. Gleichzeitig wurde nach Möglichkeiten gesucht, die Stadt Frankfurt in ein integriertes Verkehrsmanagement einzubinden. So entstand die Machbarkeitsstudie FRUIT, wobei Teile von FRUIT in das EU-Projekt RHAPIT eingingen. Im Rahmen von FRUIT wurden keine Feldversuche durchgeführt.

Als Besonderheit des Projekts FRUIT kann die Bearbeitung ohne vorherige Information der politischen Gremien und damit weitgehend ohne politische Beteiligung angesehen werden. Die Konzeption und die Durchführung des Projekts gingen vom Ordnungsamt der Stadt Frankfurt/Main aus. Die politischen Entscheidungsträger sind zunächst nicht in das Projekt eingebunden worden, erst gegen Ende der Studie wurden sie hiervon informiert. Dies hatte einerseits den Vorteil, daß eine problemorientierte Vorgehensweise verfolgt werden konnte, ohne vom aktuellen politischen Tagesgeschehen oder von partei- oder verbandspolitischen Interessen tangiert zu werden. Andererseits ist diese von der Politik abgekoppelte Vorgehensweise auch mit dem Nachteil verbunden, daß eine finanzielle Unterstützung für Folgeprojekte unwahrscheinlich ist. Im nachhinein haben die politischen Entscheidungsträger dem Zielkonzept von FRUIT zwar zugestimmt, eine grundsätzliche Finanzierungszustimmung zur Umsetzung der erarbeiteten Maßnahmen wurde aus finanziellen Gründen jedoch nicht gegeben.

Die Finanzierung von FRUIT wurde hauptsächlich aus dem laufenden Haushalt der Straßenverkehrsbehörde Frankfurt bestritten. Über das Projekt RHAPIT, in das Teile von FRUIT (Verkehrs-Daten-Basis und Kraftfahrerinformationssysteme) integriert waren, erhielt die Stadt Frankfurt finanzielle Unterstützung

aus EU-Mitteln. Probleme gab es in der zeitlichen Abwicklung von FRUIT, da das Gesamtprojekt mit 14,5 Monaten Laufzeit (Mitte Mai 1992 bis Ende Juli 1993) sehr knapp bemessen war.

Mit FRUIT wurde ein problemorientierter Ansatz zur Entwicklung eines integrierten Gesamtverkehrskonzepts verfolgt. Das Gesamtverkehrssystem sollte durch ein verkehrsträgerübergreifendes Verkehrsmanagement optimiert werden, wodurch Beiträge zur Lösung zahlreicher verkehrsplanerischer Problemfelder geliefert werden sollten. Es wurden nur organisatorische und betriebliche Maßnahmen sowie neue Technologien betrachtet, bauliche Maßnahmen wurden nicht untersucht. Da die Arbeiten in FRUIT theoretischer Natur waren und die beteiligten Akteure weder in finanzieller noch in inhaltlicher Hinsicht Verantwortung für eine eventuelle Umsetzung übernehmen mußten, ist die Aussagerelevanz der Ergebnisse von FRUIT für die Praxis stark eingeschränkt. Eine Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Anwendungsfälle ist ebenfalls nur eingeschränkt möglich, da die meisten in FRUIT untersuchten Maßnahmen auf Frankfurter Verhältnisse abgestimmt waren.

Zur Definition der Arbeitsgebiete wurden die Defizite der Stadt Frankfurt/Main im verkehrlichen Bereich im Vergleich zu sonstigen europäischen Großstädten betrachtet. Hieraus ergaben sich sechs Sachgebiets- sowie zwei übergreifende Arbeitsgebiete. Für die dann gebildeten teilweise 15 bis 20 Mitarbeiter umfassenden Sachgebiets-Arbeitsgruppen wurden gezielt Personen aus den zuständigen Behörden, Ämtern, Planungsbüros und der Industrie (Hersteller von IuK-Geräten) gesucht. Dabei stand nicht die Funktion der jeweiligen Person im Vordergrund, sondern deren Bereitschaft, ergebnisorientiert am Projekt mitzuarbeiten. Wichtig war auch, daß die einzelnen Personen ausdrücklich nicht als Vertreter ihrer jeweiligen Institution am FRUIT-Prozeß teilnahmen.

Auf der Grundlage des Zielkonzepts und einer Mängelanalyse wurden in allen Arbeitsgebieten sinnvoll erscheinende Maßnahmen gesammelt. Diese wurden mit dem Ziel ausgewählt, möglichst konkrete Umsetzungen, Pilotstudien und Versuche definieren zu können. Die Gesamtbewertung aller untersuchten Arbeitspakete wurde von einem Gremium aus 21 Experten (sechs aus Ingenieurbüros, fünf aus der Industrie und zehn aus öffentlichen Verwaltungen) vorgenommen. Das Verfahren zur Bewertung wurde wissenschaftlich begleitet.

Herausragend positive Beurteilungen erlangten bei der Expertenbewertung die Maßnahmen „Zufahrtbeschränkung im Bereich der Innenstadt" (mit 120 Punkten) und „Beschleunigung des gesamten oberirdischen ÖPNV und Einführung des rechnergestützten Betriebsleitsystems" (mit 119 Punkten). Ebenfalls deutlich positive Beurteilungen erhielten die Maßnahmen „Beschleunigung der Buslinien aus dem Umland im Stadtgebiet von Frankfurt" und „Erweiterung des Parkleitsystems auf P+R-Möglichkeiten". Die untersuchten Kraftfahrerinformationssysteme (RDS/TMC (24 Punkte), EURO-SCOUT (27 Punkte) und SOCRATES (33 Punkte)) schneiden im Vergleich zu den anderen Maßnahmen am schlechtesten ab.

Um ein sinnvolles und zielorientiertes Zusammenwirken der Maßnahmen zu erreichen, wurde eine Maßnahmenbündelung vorgenommen. Zur zeitlich gestaffelten Umsetzung wurden daraufhin Maßnahmenteilbündel mit unterschiedlicher Priorität zusammengestellt. Im Maßnahmenteilbündel mit erster Priorität, von dem die größte Wirkung erwartet wurde, sind die Maßnahmen „Zufahrtbeschränkung im Bereich der Innenstadt", „Beschleunigung der Buslinien aus dem Umland im Stadtgebiet von Frankfurt", „Beschleunigung des gesamten oberirdischen ÖPNV und Einführung des rechnergestützten Betriebsleitsystems" sowie „Erweiterung des Parkleitsystems auf P+R-Möglichkeiten" enthalten.

Die Maßnahmen zum Parkraummanagement werden umgesetzt. Die Erweiterung des Parkleitsystems auf P+R-Möglichkeiten (nahe der Autobahnen) ist mit der stadteigenen Parkhausgesellschaft in Vorbereitung. Bei den Maßnahmen zum Öffentlichen Personennahverkehr wird die Maßnahme Beschleunigung der Buslinien aus dem Umland im Stadtgebiet von Frankfurt" weiterverfolgt. Die Weiterführung der Maßnahme Beschleunigung oberirdischer ÖPNV und RBL" erweist sich als schwierig, da hierfür zur Zeit keine offenen Systeme zur Verfügung stehen.

Die Stadt Frankfurt/Main ist am EU-Projekt ENTERPRICE beteiligt. Im Rahmen dieses Projekts soll eine gemeinsame Datenbasis (Motic-Zentrale) für die Region geschaffen werden. In dieser Motic-Zentrale mit Sitz in Rüsselsheim sollen die Daten der Region gebündelt und aufbereitet werden. Der Zielkatalog aus FRUIT ist in derselben Form für ENTERPRICE übernommen worden. Die Stadt Frankfurt wird der MOTIC-Zentrale Informationen über Baustellen, Parkhausbelegung, Abschaltung größerer Lichtsignalanlagen und Veranstaltungen zur Verfügung stellen

Die Stadt Frankfurt beabsichtigt ferner, die Verkehrsdatenerfassung des fließenden Verkehrs zu verbessern, um die Datenlage für Verkehrsinformationen und -steuerungen zu verbessern. Als Schnittstellen zur MOTIC-Zentrale sind Mobilitätszentralen in Frankfurt/Main (in Trägerschaft der Stadtwerke und des Ordnungsamts der Stadt Frankfurt/Main), am Flughafen (in Trägerschaft des Rhein-Main-Verkehrsverbunds) und an zwei weiteren Standorten in der Region geplant. Diese Mobilitätszentralen sollen einen umfangreichen Service von Verkehrsinformationen für den öffentlichen Verkehr und Individualverkehr bis zum Ticketverkauf anbieten. In Ergänzung zu der MOTIC-Zentrale soll eine städtische PROTIC-Leitzentrale für Frankfurt/Main aufgebaut werden, in der die Verkehrsdaten von Frankfurt/Main gesammelt, aufbereitet und mit MOTIC verknüpft werden. In dieser PROTIC-Leitzentrale sollen am Schalter oder als Telefonservice, per Faxabrufsystem und mittels Internet oder Videotext mehrere Dienste angeboten werden. Erste Dienste von PROTIC sind mittlerweile installiert, andere befinden sich noch im Aufbau.

7.2.2 Kooperatives Verkehrsmanagement München (KVM)/Munich COMFORT

Das Projekt KVM/Munich COMFORT (Kooperatives Verkehrsmanagement für die Region München/ Munich Cooperative Management for Urban and Regional Transport) wurde ab 1994 in München durchgeführt. Seine Entstehung geht zurück auf eine Konferenz der POLIS-Initiative (Promoting Operational Links with Integrated Services). Zuerst wurde eine Machbarkeitsstudie erarbeitet, für die ein Konsortium aus über 50 Verkehrsexperten und etwa 20 verschiedenen Institutionen gegründet wurde. Die Aufgabe der Machbarkeitsstudie bestand darin, die Zielsetzung des Projektes Munich COMFORT im Einklang mit verkehrspolitischen Leitlinien der Stadt München und des Freistaates Bayern festzulegen, Daten und Informationen über die bestehende Infrastruktur und Verkehrstelematiksysteme zu sammeln sowie geeignete Infrastruktur und neue Technologien für die Integration in ein Gesamtkonzept auszuwählen.

Aufgrund der Vielfalt der Verkehrsprobleme in der Region nördlich von München und im nördlichen Stadtbereich Münchens selbst wurde dieses Areal als gemeinsames Testgebiet für alle Maßnahmen ausgewählt. Mit dem Projekt Munich COMFORT sollte geprüft werden, welche Realisierungsmöglichkeiten eines kooperativen Verkehrsmanagements unter Anwendung von Verkehrsinformations- und -leittechniken bestehen.

Auf der Basis der Machbarkeitsstudie beschloß das Munich COMFORT-Konsortium 1991, zusammen mit den Städten London, Lyon, Amsterdam und Dublin im Rahmen des europäischen Forschungsprojekts LLAMD einen Projektvorschlag für das Programm DRIVE 2 ATT zu erarbeiten. Diese fünf Städte beabsichtigten, Infrastruktur und administrative Dienste für Feldversuche im Bereich der Verkehrstelematik bereitzustellen, um die Integration der Telematiksysteme in den realen Verkehrsablauf zu demonstrieren und zu untersuchen. Die Auswertung des Vorschlags führte zu einem Vertrag mit einer dreijährigen Laufzeit (1992–1994) zwischen der LLAMD-Städtegruppe und der Kommission der Europäischen Union, der später unter Bereitstellung zusätzlicher Mittel erweitert und bis Mitte 1995 verlängert wurde.

Auf der Grundlage der politischen Zustimmung des Stadtrats der Stadt München und des Ministerrats des Freistaats Bayern wurde ein Vertrag zwischen diesen sowie industriellen und wissenschaftlichen Partnern unterzeichnet. Dieser lief über den LLAMD-Zeitrahmen hinaus bis Mitte 1996. Die tatsächlichen Projektkosten von Munich COMFORT fielen mit 28 Mio. DM um 5 Mio. DM geringer aus als geplant (Europäische Union 5,2 Mio. DM, Freistaat Bayern/ Bund 5,8 Mio. DM, Stadt München 5,5 Mio. DM, Münchner Verkehrs- und Tarifverbund 1 Mio. DM, BMW 4,5 Mio. DM, Siemens 4 Mio. DM, Signalbau Huber 2 Mio. DM). 70 % der Gesamtmittel wurden für die Entwicklung von ÖV-Komponenten ausgegeben. Diese deutliche Ausrichtung auf den ÖV ist im Vergleich zu den anderen Telematik-Projekten des 3. Rahmenprogrammes der EU wohl als einmalig zu bezeichnen. Die Unterstützung durch die EU hat über den Zuschuß von 5,2 Mio. DM hinaus vor allem die politische Akzeptanz von Munich COMFORT sehr gefördert, das Projekt wäre aber auch ohne die finanzielle Beteiligung der EU realisiert worden. Eine Einflußnahme der EU auf den Projektablauf und die Projektinhalte von Munich COMFORT war nicht gegeben.

Die Ergebnisse von Munich COMFORT wurden vom Stadtrat der Stadt München einstimmig befürwortet. Einer Ausdehnung von Munich COMFORT auf die gesamte Region München wurde zugestimmt. Dieser parteiübergreifende Beschluß wird als Erfolg für die geleistete Arbeit und als bekundeter Wille von allen Beteiligten zur weiteren gemeinsamen Arbeit angesehen.

Der Projektansatz von Munich COMFORT kann als eine integrierte Konzeptentwicklung aus einem technologieorientierten Ansatz (d. h. Entwicklung neuer Techniken, praktische Erprobung in Feldversuchen und Beurteilung der Wirkungen) und einer problemorientierten Vorgehensweise der Verkehrsplanung (d. h. Problemanalyse, daraus Entwicklung der Ziele und Maßnahmenentwicklung) angesehen werden. Die Erprobung von neuen Techniken in Feldversuchen ist im Rahmen von Munich COMFORT somit in ein Konzept für die Umsetzung verkehrsplanerischer Maßnahmen eingebunden. Zur zügigen Umsetzung der gestellten Aufgaben wurde – unter Leitung der öffentlichen Hand Stadt und Freistaat – eine Managementform entwickelt, deren Schwerpunkte in der fachlichen Erarbeitung der Projektziele, in der Erprobung der Zusammenarbeit zwischen Verwaltung, Industrie und Forschung und in der Gewährleistung der zeitgerechten Projektbearbeitung lagen. Als wirksames strategisches Führungs- und Steuerungsinstrument hat sich das Aufsichtsgremium erwiesen, das sich aus entscheidungsbefugten Spitzenvertretern der Kooperationspartner zusammensetzte. Dort wurden in regelmäßigen Arbeitsbesprechungen unter Federführung der öffentlichen Hand und unter der Geschäftsführung des Kreisverwaltungsreferats als verantwortlicher Verkehrsbehörde die wesentlichen Inhalte der Projektarbeit behandelt, gesteuert und entschieden. Die Aufgaben und der Entscheidungsprozeß des Aufsichtsratsgremiums wurden in einer zusätzlichen Vereinbarung festgelegt. Bei Abstimmungen erhielten nur Partner Stimmrecht, die auch finanziell zum Projekt beitrugen, wissenschaftliche Einrichtungen nahmen lediglich als Berater teil.

Aufgabe der Projekt-Koordination durch das Planungsbüro Steierwald, Schönharting und Partner GmbH, die TU München, die Stadt München und den Freistaat Bayern war es, die gefundenen Arbeitsergebnisse aufeinander abzustimmen, die zeitliche und finanzielle Projektüberwachung durchzuführen sowie die Verbindung zwischen dem Aufsichtsgremium, der Leitungsgruppe und den Arbeitsgruppen zu gewährleisten. Darüber hinaus war die Projekt-Koordination für die Organisation und Pflege externer Kontakte zuständig.

Die Leitungsgruppe bestand aus den Leitern der acht spezifischen Arbeitsbereiche sowie zusätzlichen Vertretern, die so ausgewählt wurden, daß jeder der Munich COMFORT-Vertragspartner als offizielles Mitglied repräsentiert war. Die Aufgaben der Leitungsgruppe lagen in der Kontrolle der Pflichtenhefte, in der Koordination der Arbeitsbereiche sowie in der Leistungsabnahme.

Die Forschungs- und Entwicklungsarbeit erfolgte in neun Arbeitsbereichen, die jeweils durch das Land Bayern, die Stadt München, Industrieunternehmen, Steierwald, Schönharting und Partner und die TU München besetzt waren. Wesentlich für die Zusammensetzung der Arbeitsbereiche war aus Sicht der Stadt, daß dort neben dem MVV (Münchner Verkehrs- und Tarifverbund) alle projektbezogenen Fachreferate kontinuierlich vertreten waren, so daß die Interessenlagen aus allen städtischen Bereichen Eingang in die Arbeit finden konnten.

Folgende Arbeitsbereiche wurden bearbeitet: Datenverbund, ÖPNV, P+R-Information, Innerortssteuerung, Außerortssteuerung, EURO-SCOUT, RDS/TMC und Güterverkehr. Zusätzlich war der übergeordnete Arbeitsbereich „Städtische und regionale Entscheidungen" für die integrierte Konzeptentwicklung aus dem technologieorientierten Ansatz und der problemorientierten Vorgehensweise zuständig. Damit sollte die Verträglichkeit der verschiedenen Projektmaßnahmen mit den übergeordneten Leitlinien der allgemeinen Verkehrs- und Regionalpolitik sichergestellt werden.

Die Zusammenarbeit zwischen der Industrie und der Verwaltung im Rahmen von Munich COMFORT hat gut funktioniert. Dies zeigt sich nicht zuletzt in der Vereinbarung, den Betrieb der installierten Anlagen gemeinsam über das Projektende von Munich COMFORT hinaus für zwei Jahre zu finanzieren. Hervorzuheben ist auch die gute politische Zusammenarbeit auf regionaler Ebene trotz unterschiedlicher politischer Mehrheiten im Münchner Stadtrat und in den Landkreisen. Wesentlich zu der guten Zusammenarbeit beigetragen hat auch die Projektorganisation, die sich insgesamt bewährt hat. Das Aufsichtsgremium wird in derselben Form für das Folgeprojekt TABASCO (s. u.) übernommen.

In Fortführung des Pilotprojekts Munich COMFORT, das den Münchner Norden umfaßte, sollen die Projektergebnisse in ein räumlich auf die ganze Stadt und die Region München erweitertes Grundkonzept übertragen werden, das Bestandteil der Stadtentwicklungsplanung und Regionalplanung werden kann. Der Stadtrat der Stadt München hat dieser Ausdehnung zugestimmt. Für die Entwicklung dieses Grundkonzepts wird derzeit über Organisationsstrukturen eines Kooperativen Verkehrsmanagements 2 (KVM 2) nachgedacht. Als Organisationsform für KVM 2 steht eine Betreibergesellschaft zur Diskussion. Die Verteilung der Kompetenzen muß jedoch noch geklärt werden. Dabei könnte die Organisationsstruktur für ein Verkehrsmanagement für die Region München aus einem öffentlichen Aufsichtsgremium als Kontroll- und Koordinierungsorgan und oberste Hierarchieebene sowie aus angeschlossenen privaten und öffentlichen Anbietern und Nutzern bestehen. Die Lenkung des Verkehrs soll auf jeden Fall öffentliche Aufgabe bleiben. Den privaten Anbietern im Rahmen des Verkehrsmanagements soll daher nur die Möglichkeit der Verkehrsinformation gegeben werden, während die öffentlichen Anbieter zusätzlich über die Möglichkeit der Verkehrslenkung verfügen können. Im Projekt KVM 2 sollen alle Arbeitsbereiche von Munich COMFORT weitergeführt werden. Ein Schwerpunkt liegt hierbei auf den in Munich COMFORT erprobten ÖV-Informations-Systemen, die sukzessive realisiert werden sollen. Insgesamt soll auch im Rahmen des KVM 2 an der Strategie der Verflüssigung des Verkehrs mit Hilfe der Telematik festgehalten werden.

Über die Übertragung der Verkehrsinformationssysteme auf die Stadt und die Region München hinaus sind aus dem Projekt Munich COMFORT Folgeprojekte entstanden, die eine Validierung der erprobten Systeme zum Ziel haben oder in denen neue Informationstechnologien entwickelt werden.

Das Projekt TABASCO (Telematic Applications in Bavaria and Scotland) kann als direktes Folgeprojekt zu Munich COMFORT bezeichnet werden. Beteiligt sind die Städte München, Nürnberg, Glasgow und Edinburgh. Das Aufsichtsgremium von Munich COMFORT wird in derselben Form für das Folgeprojekt TABASCO übernommen. Die Gesamtkosten belaufen sich auf 4,35 Mio. DM. Die Stadt München erhält von der EU hierfür eine Fördersumme von 2,5 Mio. DM. Schwerpunkt von TABASCO ist die Validierung der in Munich COMFORT erprobten Systeme. Insbesondere werden folgende Themenbereiche vertieft:

- dynamische ÖPNV-Informationen an Haltestellen und P+R-Anlagen,
- integrierte Verkehrssteuerung von städtischen und regionalen Straßennetzen,
- Störungsmanagement auf Fernstraßen sowie
- adaptive Verkehrssteuerung in lichtsignalgesteuerten Netzen.

Mit dem Projekt BAYERNINFO wird im Rahmen des Programms BAYERN ONLINE des Freistaats Bayern die Weiterentwicklung und Vernetzung des Strategy and Service Centre (SSC) aus Munich COMFORT mit anderen Informationszentralen gefördert. Ziel ist es, eine multimodale Basis für Verkehrsdaten auf Fernstraßen in Bayern und in den Regionen München und Nürnberg zu schaffen und in unterschiedlichen Kommunikationsmedien zur Verfügung zu stellen. Unter anderem soll ein tragbarer Mobilitätsplaner (PTA – Personal Traveller Assistant) entwickelt werden, mit dessen Hilfe der Verkehrsteilnehmer multimodale Reise- und Routeninformationen abfragen kann. Die Projektkosten dieses Teilprojekts „Bayernweites Verkehrsmanagement – BAYERNINFO" belaufen sich auf 16,9 Mio. DM. Davon werden 6,2 Mio. DM (37 %) von den Industriepartnern getragen. Die Projektlaufzeit ist auf die Jahre 1995 bis 1998 terminiert.

Eine europäische Dimension erhält der in BAYERNINFO verfolgte Ansatz durch das von der EU geförderte Projekt INFOTEN, in dem eine Vernetzung von Verkehrsinformationszentralen zwischen europäischen Regionen von München über den Brenner nach Venedig untersucht wird. Als Kommunikationsmedium dient auch hier der tragbare Mobilitätsplaner.

7.2.3 STORM

Das Projekt STORM (Stuttgart Transport Operation by Regional Management) wurde in den Jahren 1992 bis 1995 in Stuttgart durchgeführt.

Zunächst wurde – aufbauend auf einer Information über die POLIS-Initiative – mit Bezuschussung durch die EU eine Machbarkeitsstudie zu STORM durchgeführt. Projektbeteiligte dieser Studie waren die Daimler-Benz AG, die Stadt Stuttgart, das Verkehrsministerium Baden-Württemberg und das Planungsbüro Steierwald, Schönharting und Partner. Diese Machbarkeitsstudie orientierte sich an der Linie der technologieorientierten Förderungen der EU. Aufbauend auf dieser Machbarkeitsstudie konnte direkt der Projektantrag zur Bezuschussung von zwei in STORM geplanten Feldversuchen im EU-Projekt QUARTET (Quadrilateral Advanced Research on Telematics for Environment and Transport) formuliert werden.

Nach dem positiven Abschluß der Machbarkeitsstudie wurde ein öffentlich-privates Konsortium mit weiteren Partnern gegründet. Beteiligt waren die Vertragspartner Daimler-Benz AG, Stadt Stuttgart, Verkehrsministerium Baden-Württemberg, Süddeutscher Rundfunk (SDR), Robert Bosch AG, Siemens AG, Alcatel SEL, DST Deutsche System-Technik, Hewlett Packard, Raab Karcher Spedition und DEKRA sowie weitere Partner (u.a. die Stuttgarter Straßenbahnen AG (SSB), der Verkehrsverbund Stuttgart, mehrere Ingenieurbüros und wissenschaftliche Institute).

Die Gründe für die Zusammenarbeit innerhalb des Konsortiums waren unterschiedlich. Die Industrie wollte die im Vorhaben PROMETHEUS entwickelten Produkte in einem Feldversuch testen, um deren Funktionsfähigkeit nachzuweisen und die Kundenakzeptanz zu überprüfen. Das Verkehrsministerium Baden-Württemberg begründete seine Mitarbeit mit der Integration von STORM in seine Verkehrspolitik und mit der beabsichtigten Industrieförderung. Für die Stadt Stuttgart war der Aufbau des Datenverbunds aus verkehrsträgerübergreifenden Informationen der wesentliche Grund zur Teilnahme an STORM, weiterhin sollten dadurch Kooperationen zwischen IV und ÖV gefördert und Folgeprojekte ermöglicht werden (z.B. MobilPASS). Die Entscheidung über das Mitwirken der SSB in STORM war von kontroversen Diskussionen in den Gremien der SSB und im Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) begleitet. Anlaß waren unter anderem Veröffentlichungen der Automobilindustrie zu Beginn der 90er Jahre, worin unter dem Stichwort „Verkehrssystemmanagement" dem ÖPNV vor allem die Rolle des „Überlaufgefäßes" zugewiesen wurde. Ein Grund, daß sich die SSB als Teil des formellen STORM-Partners „Stadt Stuttgart" dann doch an den Feldversuchen beteiligt hat, war, einer einseitigen Ausrichtung des Projekts auf Belange des motorisierten Individualverkehrs entgegenzuwirken. Dies entsprach auch den Empfehlungen des VDV an seine Mitgliedsunternehmen, sich kritisch und gestaltend in derartige Vorhaben einzubringen. Ein anderer Grund lag in der Chance, innovative Lösungen der Fahrgastinformation zu erproben und dauerhaft zu realisieren.

Aus der Machbarkeitsstudie wurden folgende Ziele entwickelt, die die Handlungsrichtung von STORM bestimmen:

- STORM soll das Verkehrsgeschehen umweltgerechter, sicherer und wirtschaftlicher gestalten.
- STORM bietet dem Verkehrsteilnehmer Hilfen zur Wahl des Verkehrsmittels, der Fahrtantrittszeit, der Route und des Fahrverhaltens.
- STORM will nichts verbieten, sondern über bessere Information beeinflussen, eine engere Kooperation zwischen öffentlichem und individuellem Verkehr erreichen und die Mobilität des einzelnen erhalten.

Dabei sollten die im Entwicklungsstadium befindlichen Telematiksysteme mit den bestehenden Verkehrsleit- und Betriebsleitsystemen zu einem integrierten Verkehrsinformationssystem zusammengeführt werden.

Als Steuerungsphilosophie des Gesamtverkehrssystems wurde bei STORM ausschließlich die Verbesserung der Verkehrsinformation verfolgt. Dem Verkehrsteilnehmer wird hierbei eine aktuelle Information über die Verkehrssituation gegeben in der Hoffnung, daß dieser sein Verhalten der aktuellen Verkehrssituation anpaßt. Zusätzlich erhält er Routen- oder Umsteigeempfehlungen. Die Informationen über eine mögliche ÖV-Nutzung erhält der Verkehrsteilnehmer generell. Die Entscheidung über das Verkehrsverhalten bleibt dabei in jedem Fall dem Verkehrsteilnehmer überlassen. Mit Hilfe dieser verkehrsträgerübergreifenden Verkehrsinformation sollte eine Verbesserung der Nutzung der einzelnen Verkehrsträger erreicht werden.

Die Organisationsstruktur von STORM bestand aus einer Programm-Leitung, dem STORM-Büro, den 7 Teilprojekten und einer wissenschaftlichen Begleitung.

In der Programm-Leitung waren Industrieunternehmen (Daimler-Benz AG, Robert Bosch GmbH und Siemens AG), die Stadt Stuttgart und das Land Baden-Württemberg vertreten. Die Programm-Leitung hat über alle grundsätzlichen und übergeordneten Fragen entschieden und die Öffentlichkeitsarbeit koordiniert.

Das STORM-Büro, das allein von den o.g. Industrieunternehmen betrieben wurde, kann als technische Schaltstelle für STORM angesehen werden. Im STORM-Büro hat die Administration und die Projektkontrolle stattgefunden. Ferner war es für die Koordination der Teilprojekte, die Berichtsverwaltung, die Kontakte zur EU, zur Stadt Stuttgart sowie zum Land

Baden-Württemberg, die Betreuung der wissenschaftlichen Begleitung und die Öffentlichkeitsarbeit im Rahmen der Beschlüsse der Programm-Leitung zuständig.

In STORM wurden die 7 Teilprojekte Datenverbund, Individuelles Leitsystem, Dynamische P+R-Information, Anschluß-Informations-System, Reise-Informations-System, Flottenmanagement-System und Notruf-System untersucht. Die Teilprojekte wurden jeweils mit Festpreis an ein Industrieunternehmen vergeben. Dabei mußten die Unternehmen auch Eigenleistungen beitragen. Das mit der Leistungserstellung verbundene Risiko mußte allein von den Unternehmen getragen werden. Mit der Bearbeitung eines Teilprojekts waren die Koordinationsverantwortung, die Termin- und Leistungskontrolle sowie die Klärung rechtlicher, administrativer und technischer Fragen verbunden. Die Teilprojekte „Individuelles Leitsystem" und „Notrufsystem" von STORM waren zugleich in das EU-Projekt QUARTET integriert.

Für die Teilprojekte wurde eine wissenschaftliche Beratung über die verkehrstechnische Auslegung der einzelnen Komponenten durch Planungsbüros, Industrieunternehmen, Universitäten und sonstige Berater durchgeführt. Für das STORM-Büro und die Programm-Leitung wurden eine Beurteilung der Teilkomponenten hinsichtlich der Funktionalität, der Informationsqualität, der Akzeptanz und der Auswirkungen auf das Verkehrsverhalten sowie eine Beurteilung des Gesamtsystems STORM im Rahmen eines Szenarios für die Region Stuttgart erarbeitet.

Im Prozeß der Zusammenarbeit zwischen der Industrie und den öffentlichen Verwaltungen im Rahmen von STORM konnte die Erfahrung gemacht werden, daß sich konkrete öffentlich-private Zusammenarbeit in einem F+E-Projekt realisieren läßt, daß gemeinsame Interessenfelder einen öffentlich-privaten Interessenausgleich ermöglichen und sich Konzeptionen zur Markteinführung in öffentlich-privater Partnerschaft entwickeln lassen. Seitens der Industriepartner erwartete Behinderungen wegen hoheitlicher Aufgaben erwiesen sich als überschätzt. Es zeigte sich aber auch, daß die Position der Wirtschaft auf dem Weltmarkt durch das Projekt kaum gestärkt werden konnte, da gemeinsame marktreife Produkte im Vorfeld des Wettbewerbs der Partner untereinander nicht entwickelt wurden. Die Vielschichtigkeit der öffentlichen Verwaltungen wurde unterschätzt, da es keine „allein zuständige" zentrale Behörde für Verkehrsinformation gibt.

Die Gesamtkosten von STORM beliefen sich auf über 60 Mio. DM. Hiervon wurden 42,9 Mio. DM (71,5 %) von der Industrie finanziert. Die restlichen Mittel erbrachten das Land Baden-Württemberg mit 4,5 Mio. DM (7,5 %), die Stadt Stuttgart mit 3,8 Mio. DM (6,3 %), die Stuttgarter Straßenbahnen AG mit 3,7 Mio. DM (6,2 %), der Verkehrsverbund Stuttgart mit 0,5 Mio. DM (0,8 %) und die EU mit 4,6 Mio. DM (7,7 %). Das Land Baden-Württemberg finanzierte seinen Beitrag zu STORM aus Straßenbaumitteln. Der Beitrag der Stuttgarter Straßenbahnen AG wurde aus Mitteln des Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetzes erbracht. Die finanzielle Beteiligung der EU bezog sich auf die Teilprojekte „Individuelles Leitsystem" und „Notrufsystem", das Projekt STORM wäre aber auch ohne eine EU-Förderung durchgeführt worden. Der große Finanzierungsanteil der Industrie zeigt die Zielrichtung von STORM als industriegetriebenes Forschungsprojekt. Nach einem Beschluß des STORM-Konsortiums sind die STORM-Ergebnisse nur eingeschränkt für die Öffentlichkeit freigegeben.

Die in Feldversuchen im Rahmen von STORM untersuchten Techniken konnten erfolgreich realisiert und erprobt werden. Damit ist eine wesentliche Zielsetzung des „technologiegetriebenen" Forschungsprojekts STORM erreicht worden. Die Techniken haben sich in den Feldversuchen grundsätzlich bewährt, jedoch sind bei einzelnen Systemen noch Nachbesserungen erforderlich. Ergänzungsmöglichkeiten ergeben sich vor allem beim Reise-Informations-System. Bei der Analyse der infrastrukturgestützten dynamischen Zielführung und des Verkehrslageinformationsmittels RDS/TMC hat sich gezeigt, daß eine Verbesserung der Verkehrsdatenbasis durch Erweiterung der Erfassungsstellen notwendig ist, um diese Systeme verläßlich betreiben zu können.

Zur verkehrlichen Bewertung der Teilprojekte ist eine ausreichende Datengrundlage nur beim Notrufsystem vorhanden. Bei allen anderen Untersuchungen der Teilprojekte ist die Datengrundlage für die Ableitung statistisch abgesicherter Ergebnisse nicht ausreichend. Ein Beispiel ist das sogenannte „STORM-Szenario", das für die darin durchgeführte Wirkungsanalyse der „Informationssysteme vor Fahrtantritt" allein auf einer nicht repräsentativen Umfrage von 45 Nutzern des Informationssystems EFAwin aufbaut. Diese Untersuchung betrachtet zudem nicht tatsächliche Verhaltensänderungen, sondern nur Absichtserklärungen zu möglichen Verhaltensänderungen. Der im *STORM-Szenario* (s. Abschnitt V.2.2.2) angesetzte Wert von durchschnittlich 115 verlagerten Fahrten pro Jahr und ausgestattetem Haushalt vom motorisierten Individualverkehr auf den ÖV und der daraus abgeleitete Nutzen des Systems erscheint daher fraglich. Gleiches gilt für die ermittelte Zeitersparnis durch Nutzung der „Informationssysteme während der Fahrt", die in erster Linie durch das Individuelle Leitsystem erzielt wurde. Die Untersuchung dieses Systems stützt sich auf eine Stichprobe von nur sechs verschiedenen Herkunft-Ziel-Beziehungen und auf eine Simulation des Verkehrsablaufs von 2 Störungssituationen. Die daraus abgeleiteten Reisezeitgewinne unterscheiden sich stark. Die Kosten-Nutzen-Bilanz dieses Systems weist daher große Unsicherheiten auf. Nicht quantifiziert werden ferner die hohen Kosten der Endnutzer für den Erwerb der Endgeräte (die sich auf ca. 3 400,– DM belaufen dürften). Es erscheint fraglich, ob dieser Betrag tatsächlich für 10 % der Fahrzeuge aufgebracht werden kann.

Das Projekt STORM war auf die Durchführung der Feldversuche und die damit verbundenen Wirkungsabschätzungen und Bewertungen beschränkt. Nach Durchführung der Feldversuche war vorgesehen, die Teilprojekte privatwirtschaftlich weiterzuführen.

Das Umwelt- und Verkehrsministerium Baden-Württemberg entwickelte aufbauend auf den Erfahrungen von STORM und QUARTETplus die Vorstellung eines landesweiten Mobilitäts-Informationsnetzwerks (MobIN), das gemeinsam mit Partnern aus der Wirtschaft entstehen soll. Ziel ist eine reine Vermittlung von Verkehrsinformationen. Eine Lenkung des Verkehrs wird aus technischen und rechtlichen Gründen nicht für umsetzbar gehalten. Die Aufgabe des Landes bei der Entstehung des Netzwerks ist es, die Kommunen einzubinden und mit einer Anschubfinanzierung die Einführungsphase zu unterstützen. Als Organisationsform wird eine MobIN-Agentur in Form einer rechtsfähigen Gesellschaft angestrebt mit der Forderung, daß sich dieses System später aus eigener Kraft tragen muß. Diese Konzeption wird von den Beteiligten als Vorbild für ein bundesweites Mobilitätsinformationsnetzwerk gesehen.

Der in STORM entwickelte Datenverbund kann als technologisch ausgereift bezeichnet werden. Daimler-Benz und andere Unternehmen haben in der Stadt Tokio ein dynamisches Verkehrsinformationssystem eingerichtet, das zu 75 % aus STORM-Modulen besteht. Auch in deutschen Städten wären die Einrichtung und der Betrieb einer solch umfassenden Verkehrsinformationszentrale möglich, jedoch wäre hierfür die Verkehrsdatengrundlage qualitativ und quantitativ zu verbessern.

Für den Aufbau, die Vermarktung und den Betrieb eines individuellen Leitsystems hatte die Firma COPILOT bereits konkrete Vereinbarungen mit der Stadt Stuttgart getroffen. So war vereinbart, daß die Stadt in der Anfangsphase die Infrastruktur (Baken, Leitrechner, Software) und weitere Verkehrsdaten (aggregierte Meßwerte von Induktionsschleifen, die von dem LSA-Verkehrsrechner der Stadt Stuttgart verarbeitet werden) der Firma COPILOT kostenlos zur Verfügung stellt mit der Auflage, im Austausch dafür Informationen über den Verkehrsfluß (Reisezeiten) zu erhalten. Ferner wurde vereinbart, daß die Verkehrssteuerung mit dem individuellen Leitsystem nur über das Vorbehaltsstraßennetz zu erfolgen hat. Zusätzlich wurde ein Vertrag über die Nutzung von „öffentlichen Einrichtungen" (Masten, Schränke, Schächte, Kabel) geschlossen. Die Beschränkung, die Verkehrssteuerung mit dem individuellen Leitsystem nur auf dem Vorbehaltsstraßennetz anzuwenden, ist vor dem Hintergrund des Schutzes der sensiblen Stadtbereiche (z. B. Tempo-30-Zonen) zu sehen. Dies deckte sich mit Interessen von COPILOT, da die mit dem Leitsystem ausgerüsteten Fahrzeuge nur mit Hilfe der auf den Hauptverkehrsstraßen installierten Baken schnell über die aktuelle Verkehrslage informiert werden können. Der Umstand, daß EURO-SCOUT auf lokale Baken zur Datenvermittlung angewiesen ist, ermöglichte der Stadt Stuttgart, in dem angesprochenen Vertragswerk sicherzustellen, daß die städtischen Vorstellungen zur Abwicklung des Verkehrs nicht konterkariert werden können. Das Vorhaben wurde jedoch nicht umgesetzt, da COPILOT seine Geschäftstätigkeit Anfang 1996 vorläufig eingestellt hat.

Die in STORM entwickelten dynamischen P+R-Informationssysteme werden von der Stadt Stuttgart weiter betrieben.

Eine als Betreibergesellschaft für Serviceleistungen geplante „Service-Gesellschaft ÖV-Information" mit Partnern aus der Industrie und Betreibern öffentlicher Verkehrsmittel kam nicht zustande, weil der Aufsichtsrat des Stuttgarter Verkehrsverbundes VVS aus finanziellen Gründen eine Beteiligung daran abgelehnt hat. Dies mag an Strömungen innerhalb des VVS gelegen haben, die nicht an einer umfassenden verkehrsträgerübergreifenden Information ihrer Kunden interessiert waren. Abzulesen ist dies auch an den abrufbaren Informationsinhalten der Infotheken (Informationssäulen), die im Auftrag des Landes Baden-Württemberg nunmehr vom VVS betrieben werden. Informationen sind nur noch für den ÖV zu erhalten, sowohl die IV-Wegeplanung als auch die kombinierte IV/ÖV-Wegeplanung werden nicht mehr angeboten.

Über den Stellenwert der Infotheken existieren unterschiedliche Meinungen. Die SSB sieht darin ein bewährtes Medium, vor allem die bestehende Kundschaft besser zu betreuen. Der VVS wird nicht zuletzt deshalb in Kürze einen weiterentwickelten Typ der Infotheken plazieren. Von seiten des Umwelt- und Verkehrsministeriums Baden-Württemberg wird der Aufwand, diese Infotheken einzurichten und zu betreiben, im Verhältnis zum tatsächlichen Nutzen als sehr hoch eingeschätzt und die Meinung vertreten, daß die Möglichkeiten des Internet und der PC-Anwendungen größere Bedeutungen gewinnen und die Infotheken ablösen werden. Auch mit diesen neuen Medien beschäftigen sich die SSB und der VVS. Darüber hinaus wird an einer dynamischen elektronischen Fahrplanauskunft gearbeitet. Für die genannten Informationsleistungen sollen nach Vorstellung der SSB über die Telekommunikationsgebühren hinaus keine weiteren Beiträge von den Kunden verlangt werden. Ein kostendeckender privatwirtschaftlicher Betrieb von ÖV-Informationssystemen stehe in nächster Zeit nicht zur Diskussion.

Aufgrund der guten Erfahrungen mit dem System der dynamischen Fahrgastinformation (dynamische Ankunftsanzeige) wird bei der SSB derzeit ein Maßnahmenprogramm aufgelegt, 15 Haltestellen mit einer solchen Fahrgastinformation auszurüsten. Erstmals werden solche Systeme nicht nur an U-Bahn-Stationen, sondern auch an Bushaltestellen installiert.

Gute Erfahrungen liegen auch mit der dynamischen Anschlußsicherung vor. Besonders für die Anschlußsicherung der regionalen Buslinien an die S- und U-Bahn ist dies von entscheidender Bedeutung, da das Verpassen eines solchen Anschlusses wegen der in diesen Bereichen geringen Busfrequenz zumeist mit langen Wartezeiten verbunden ist. Ein Maßnahmenprogramm zur weiteren Installation solcher Systeme liegt jedoch noch nicht vor, weil sich der Abstimmungsprozeß zur finanziellen Beteiligung der regionalen Buslinienbetreiber schwierig gestaltet. Gründe hierfür liegen in den Vergütungen des VVS, die auf die gefahrenen Strecken bezogen sind und nicht auf die Anzahl der beförderten Fahrgäste oder die Fahrgaststeigerung. Somit liegt es nicht unbedingt im Interesse von regionalen Buslinienbetreibern, sich an Maßnahmen zur Erhöhung der Fahrgastzahlen (wie

einer dynamischen Anschlußsicherung) finanziell zu beteiligen.

Die Weiterentwicklung des in STORM entwickelten Flottenmanagement-Systems soll dem Markt überlassen werden. Flottenmanagement über eine Zentrale zu betreiben, wird nicht im Interesse aller Beteiligten liegen; so dürften z. B. die Speditionen gegen die Veröffentlichung ihrer Informationen zum Frachtmanagement und zur Frachtlogistik sein.

Aufbauend auf den Erfahrungen in STORM mit dem Notruf-System und dem Navigationssystem EURO-SCOUT entwickelt die Industrie derzeit eine technische Einheit aus Navigationssystem, Notruf und Wegfahrsperre vor dem maßgebenden Hintergrund, die Diebstahlsicherung wesentlich zu verbessern.

8. Weiterführende Aspekte

Etwa seit Beginn der 90er Jahre ist zu beobachten, daß die Telematik auch im Verkehrswesen zunehmend an Bedeutung gewinnt. Waren zuvor vornehmlich einschlägige Fachkreise und Industriefirmen mit dieser Thematik beschäftigt, gewinnt sie jetzt auch in Politik und Öffentlichkeit entsprechende Aufmerksamkeit. Inzwischen werden der Telematik von der Politik wichtige Lösungsbeiträge in bezug auf die Verkehrsprobleme zugeschrieben.

Bisher kann allerdings nicht festgestellt werden, daß diese wachsende Aufmerksamkeit zu bahnbrechenden Markteinführungen neuer Telematikprodukte im Verkehr geführt hat, obwohl einige Systemanwendungen bereits seit geraumer Zeit fertig entwickelt sind. Zahlreiche mögliche Verkehrstelematik-Dienste sind konzipiert und vorgeschlagen worden, zudem haben viele bereits existierende bzw. weiterentwickelte Techniken und Dienste unter der Bezeichnung „Verkehrstelematik" ein neues Dach gefunden. Nur wenige neue Dienste sind jedoch bislang einer Umsetzungsphase nähergekommen. Festzustellen ist eine *Diskrepanz zwischen den Erwartungen an die Verkehrstelematik und der Bereitschaft, ihre Potentiale aktiv handelnd zu erschließen.*

Nach Auffassung der Bundesregierung sollen die Entwicklung und Markteinführung von Telematiktechniken und -diensten – von wenigen Ausnahmen abgesehen – Privaten überlassen bleiben. Die Auslegung von Telematiktechniken und -diensten wird sich folglich primär an den wirtschaftlichen Interessen der Privaten orientieren. Diese in Übereinstimmung mit den verkehrspolitischen Zielen von Bundesregierung, Ländern oder Kommunen zu bringen, kann zu z. T. beträchtlichen Reibungen zwischen den Beteiligten führen (s. Abschnitt V.2.3). Ein Einsatz von Telematik zur Umsetzung verkehrspolitischer Strategien würde verstärktes staatliches Handeln, beispielsweise als Diensteanbieter oder auch als Regulierer, notwendig machen. Da sich der Staat gegenwärtig zunehmend aus seiner Rolle als Anbieter öffentlicher Dienstleistungen zurückzieht, ist ersteres wohl – wenn überhaupt – nur in neuen Kooperationsformen zwischen Staat und Privaten zu erwarten.

Für eine umfassende Bewertung der unterschiedlichen Telematik-Anwendungen im Verkehr *fehlen noch wesentliche Kenntnisse über Wirkungen, Kosten und organisatorische Hemmnisse, denn die Forschung auf diesem Gebiet war bislang stark technik- und nur wenig wirkungsorientiert.* Die Bewertungsansätze in den verschiedenen Feldversuchen zur Verkehrstelematik waren ganz überwiegend auf den Nachweis technischer Machbarkeit und Leistungsfähigkeit ausgerichtet. Die entsprechenden Zieldefinitionen und Bewertungskriterien klammern sozioökonomische Wirkungen weitgehend aus. Insbesondere fehlen Aussagen zu den Umweltwirkungen und zu Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit sowie zur Wirtschaftlichkeit bzw. Marktfähigkeit (aus wirtschaftlicher Sicht) der untersuchten Systeme. Ein Vergleich fällt zudem schwer, weil sich bereits abzeichnet, daß verschiedene Telematik-Anwendungen gemeinsam betrieben werden und sich deren Wirkungen nicht separat beurteilen lassen. Erschwerend kommt hinzu, daß sich der Einsatz von Informations- und Kommunikationstechniken im Verkehr in einem komplexen Wirkungsgefüge aus organisatorischen, politischen, wirtschaftlichen und institutionellen Rahmenbedingungen vollzieht.

Für die meisten Verkehrstelematik-Dienste liegen bis heute noch keine abgesicherten, umfassenden Erkenntnisse über ihr quantitatives Wirkungspotential vor. *Die Akzeptanz der Nutzer und damit auch die möglichen Verhaltensänderungen lassen sich kaum oder nur unter vielen Annahmen abschätzen*, Aussagen beispielsweise im Hinblick auf Potentialabschätzungen zur Fahrleistungsreduktion oder zu Modal-Split-Änderungen sind darum eher unsicher. Die möglichen Auswirkungen auf das Fahrverhalten, die Verkehrsmittelwahl sowie die Konsequenzen hinsichtlich Fahr- und Verkehrsleistung sowie Verkehrsstruktur werden zwar intensiv diskutiert, gesicherte Erkenntnise dazu sind aber noch nicht vorhanden. Die Bewertung wird dadurch erschwert, daß Details der Entwicklungen vielfach noch nicht absehbar sind. Derzeit sind über die verkehrlichen Wirkungskomponenten ausgewählter Telematikansätze nur qualitative Aussagen – z. T. aber abgestützt auf quantifizierte Ergebnisse von Forschungsarbeiten – möglich. Einen Überblick darüber gibt Tabelle IV-8.1, mit der der Versuch unternommen wird, ausgewählte Telematik-Anwendungen bezüglich der Kriterien Wirkungen, Lösungsbeiträge, Kosten, Hemmnisse und Einsatzreife qualitativ zu bewerten.

Wenngleich von der Telematik nicht zuletzt eine bessere Verknüpfung der Verkehrsträger erwartet wird, so zeichnet sich doch ab, daß die gegenwärtig diskutierten Systeme wohl *eher zu deutlichen Effekten innerhalb der einzelnen Teilsysteme* – bei den einzelnen Verkehrsträgern – führen werden.

Im Mittelpunkt sowohl des FuE-Interesses als auch der öffentlichen Diskussion steht der Einsatz der neuen Techniken im *Straßenverkehr*, insbesondere für den *Individualverkehr*. Eine im Auftrag der EU-Kommission und von ERTICO angefertigte Studie kommt zu dem Ergebnis, daß über 80 % des Marktpotentials der Verkehrstelematik in Europa im Bereich des Straßenverkehrs liegen (ISFORT 1997).

Tabelle IV-8.1

Qualitative Bewertung verschiedener Telematik-Anwendungen im Verkehr

Anwendung	*Wirkungen*	*Lösungsbeiträge*			*Kosten*	*Hemmnisse*	*Einsatzreife*
		zur zeitlichen und räumlichen Verlagerung im Straßennetz	zur Netzentlastung (Fahrleistungsreduktion)	zur Verlagerung auf andere Verkehrsträger			
Informationen vor der Fahrt (pre-trip-Info)	Verbesserung der Kenntnisse über das Verkehrsangebot im IV und ÖV sowie die aktuelle Verkehrssituation	kann Beitrag leisten	kann Beitrag leisten	kann Beitrag leisten	gering	gering	Endgeräte serienreif (außer PTA), Datenbasis noch nicht umfassend
(kollektive) Informationen während der Pkw-Fahrt	Komfortsteigerung, evtl. Zeitvorteil, Streckenentlastung	kann Beitrag leisten	gering, kann aber u. U. fahrleistungserhöhend wirken	kann Beitrag leisten	mittel	gering	Endgeräte serienreif, Datenbasis noch nicht umfassend
fahrzeugautonome Navigation und Zielführung (statisch)	Komfortsteigerung, ergänzende Angebote (z. B. P+R, Hotel)	kann (geringen) Beitrag leisten, aber nicht situationsabhängig	kann Beitrag liefern (Optimierung, Wegfall von Suchfahrten), aber auch induzierend und fl.-erhöhend wirken	keinen	gering	gering	kommerziell verfügbar
Dynamische individuelle Zielführung im IV	Komfortsteigerung und evtl. Zeitvorteil, ergänzende Angebote	kann Beitrag leisten	kann Beitrag leisten (Optimierung, Wegfall von Suchfahrten), aber auch induzierend und fl.-erhöhend wirken	kann Beitrag leisten (bei überlasteter Straße)	hoch	wesentlich (Datenlage, Kosten, Akzeptanz)	Endgeräte serienreif, Leitzentralen noch nicht leistungsfähig, Datenbasis noch nicht umfassend
Informationen während der ÖV-Fahrt	Komfortsteigerung	keinen	keinen	kaum (mittelbar)	mittel	gering	Technik in der Entwicklung
Telematik-Einsatz im ÖV-Betrieb	Steigerung der Attraktivität des ÖV	keinen	mittelbar	kann Beitrag leisten (Attraktivitätssteigerung)	hoch	gering	Systeme noch nicht leistungsfähig genug
Fuhrparkmanagement	betriebswirtschaftliche Verbesserung, Reduktion von Leerfahrten	kaum	kann Beitrag leisten	keinen	mittel	gering	teilweise schon in der Anwendung
Verkehrslenkung, Verkehrsmanagement	aktive Beeinflussung des Gesamtverkehrssystems	kann Beitrag leisten	kann Beitrag leisten	kann Beitrag leisten	hoch	wesentlich (Akzeptanz, Kompetenz, Kosten)	wesentliche konzeptionelle und technische Fragen sind noch zu lösen
Fahrerassistenz	Steigerung des Fahrkomforts und der Fahrsicherheit	keinen	keinen	keinen	hoch	wesentlich (Kosten, Haftung)	viele Komponenten noch in Erprobung bzw. Entwicklung

Quelle: TAB und ISV 1997a

Hierfür werden vor allem *Leit- und Informationssyssteme* entwickelt, die auf eine Steigerung der Effizienz des Systems Straßenverkehr zielen. In die Entwicklung solcher Systeme fließen – nicht zuletzt in der Hoffnung auf hohe Umsätze angesichts eines erwarteten großen Marktpotentials, das sich auf etwa 40 % des gesamten Verkehrstelematikmarktes (ISFORT 1997) belaufen soll – erhebliche private und, vor allem von EU-Institutionen, auch öffentliche Forschungsmittel. Telematik-Anwendungen zum Einsatz im Kraftfahrzeugverkehr – und hier vor allem fahrzeugbasierte Systeme für den motorisierten Individualverkehr – werden von der Industrie mit großem Aufwand entwickelt und teilweise bereits eingeführt. In diesem Bereich sind die wirtschaftlichen Interessen bereits stark ausgeprägt und gut organisiert, staatliche Aktivitäten werden sich hier auf die Rahmenbedingungen der Systemeinführung und -anwendung konzentrieren können. Neben der Reduktion unerwünschter verkehrlicher Wirkungen betrifft dies u. a. auch Fragen der staatlichen Einflußmöglichkeiten auf private Diensteanbieter zur Wahrnehmung hoheitlicher Aufgaben und Standardisierungserfordernisse zur Sicherung der (europaweiten) Interoperabilität.

Eine *Effizienzsteigerung ausschließlich im System Straßenverkehr würde zu einer wachsenden Attraktivität des Individualverkehrs bzw. des Straßengüterverkehrs führen*. Dazu im Wettbewerb stehende Systeme des öffentlichen Verkehrs werden dann weiter ins Hintertreffen geraten, wenn für diese nicht im gleichen oder stärkeren Maße Telematikanwendungen zur Attraktivitätssteigerung und Effizienzverbesserung entwickelt und eingeführt werden. Um die Attraktivität der in der Hauptsache in ihrem Eigentum befindlichen Verkehrsunternehmen zu sichern und damit einen Beitrag zu ihrer Wirtschaftlichkeit und zu den Leistungsangeboten umweltfreundlicherer Verkehrsträger zu leisten, werden hier Bund, Länder und Gemeinden in Zukunft verstärkt gefordert sein. Neben der Gestaltung der Rahmenbedingungen kommt in diesem Zusammenhang der Förderung von Forschung und Entwicklung wie auch der direkten Finanzierung von entprechenden Investitionsvorhaben eine hohe Bedeutung zu.

Ähnliches gilt für *verkehrsträgerübergreifende Konzepte*. IuK-Techniken können den grundsätzlichen Systemnachteil sogenannter gebrochener Verkehre durch verbesserte Informationsbereitstellung relativieren oder sogar beseitigen. Es fehlen jedoch klare Vorstellungen über zu schaffende Telematik-Systeme für die Integration der verkehrsträgerspezifischen Einzellösungen zu Lösungen für das Gesamtsystem Verkehr. Da Organisationssstrukturen für intermodale Verkehre oder ein integriertes Gesamtverkehrssystem erst in ihren Anfängen existieren, besteht die *Gefahr, daß die Entwicklung und Anwendung der neuen Techniken nicht im notwendigen Umfang verkehrsträgerübergreifend gestaltet wird.*

Standardisierung als Problem

Normsetzung und Standardisierung haben erhebliche wirtschaftliche Implikationen. Einerseits kommt ihnen im Rahmen der Globalisierung der Märkte enorme Bedeutung zu, sie können erheblich zur Kostensenkung und Zeitersparnis in den jeweils betroffenen wirtschaftlichen Bereichen beitragen. Andererseits werden sie zur Durchsetzung wirtschaftlicher Interessen, zur Sicherung von Anbieterpositionen und zur Beschränkung des Marktzutritts und damit zur Einnahmenverbesserung einzelner Unternehmen oder Konsortien eingesetzt. Sie werden damit in zunehmendem Maße Instrument gezielter Wirtschaftspolitik. Nicht zu unterschätzen ist zudem der Gesichtspunkt der Markteinführung: Erfahrungsgemäß halten sich Kunden mit dem Kauf eines Produktes zurück, wenn sie mit mehreren inkompatiblen Versionen konfrontiert werden und noch nicht absehbar ist, welche sich als Standard (bzw. als Quasi- oder De-facto-Standard) durchsetzen wird.

Unter den Überbegriffen „Normen und Standards" werden allgemein Regeln zusammengefaßt, deren Maß an Verbindlichkeit und Gültigkeitsbereiche unterschiedlich sind und die zum Teil völlig verschiedenen Zielen dienen. Gesetzliche Umwelt- und Sicherheitsstandards werden national oder supranational in Kraft gesetzt werden und sind in diesen Ländern verbindlich, industrielle Standards und Qualitätsstandards hingegen sind nicht verbindlich, ihnen kommt jedoch unter Wettbewerbsgesichtspunkten erhebliche wirtschaftliche Bedeutung zu.

Die Erarbeitung von Normen und Standards mit Bedeutung für die Verkehrstelematik erfolgt in zahlreichen Organisationen auf nationaler (z. B. DIN, DKE, FAKRA), europäischer (z. B. CEN, CENELEC, ETSI) und internationaler Ebene (ISO, IEC). Daneben werden durch Verbände und Vereinigungen (VDI, VDV, ...) Richtlinien erlassen, die ebenfalls (zumindest national) standardisierende Wirkung aufweisen. Zudem existieren sogenannte proprietäre (herstellereigene) Standards, bei denen die Marktdurchdringung durch ein System zu einer De-Facto-Standardisierung führt (Beispiele: das PC-Betriebssystem Windows oder die VHS-Videokassette) und die vor allem im Bereich der Telekommunikations- und Informationstechniken große Bedeutung besitzen.

Verkehrstelematik ist dadurch gekennzeichnet, daß eine Vielzahl von Beteiligten mit unterschiedlichen Aufgabenstellungen und Interessen an der Entwicklung von Systemkomponenten arbeitet: Elektrotechnik- und Automobilindustrie, Betreiber von Verkehrssystemen, Diensteanbieter, Behörden und öffentliche Einrichtungen u. v. a. m. Die Systemvielfalt bei Telematik-Techniken und -Anwendungen legt ebenfalls eine Standardisierung nahe. Dies ist jedoch ein komplizierter und mühsamer Prozeß, der nicht nur den technischen, sondern häufig auch den politischen Bereich berührt. Anforderungen wie Einbindung vorhandener Systeme, Modulfähigkeit, Erweiterbarkeit sowie Kompatibilität und Interoperabilität im europäischen Rahmen machen eine Standardisierung und Vereinheitlichung notwendig, gleichzeitig soll ein Wettbewerb verschiedener Systeme und Betreiber (Anbieter) erhalten bleiben. Interessen verschiedener Firmen sind mit aus staatlicher Sicht notwendigen Anforderungen zu koordinieren, zugleich soll die Wettbewerbsfähigkeit nationaler bzw. europäischer Unternehmen erhalten bzw. gefestigt

werden. Schließlich sind die Normen für die Verkehrstelematik mit anderen, allgemein anwendbaren Normen zu koordinieren bzw. abzustimmen.

Die Verkehrstelematik wird seit Anfang der neunziger Jahre in den Normenorganisationen CEN, CENELEC, ETSI und ISO behandelt. Dabei sind vor allem das Technical Committee TC 204 „Transport Information and Control Systems" der ISO und das Technical Committee TC 278 „Road Transport and Traffic Telematics" der CEN mit jeweils einer größeren Zahl von Arbeitsgruppen (Working Groups, WG) aktiv. In vielen Fällen erfüllt ISO TC 204 die gleichen Aufgaben wie CEN TC 278. Auf nationaler Ebene wird das CEN-TC durch das Gremium DIN/DKE 717 „gespiegelt". Im Wiener Abkommen 1993 wurde die Zusammenarbeit zwischen beiden Organisationen vereinbart. Demgemäß übernimmt in jeder WG jeweils eine Organisation die Führung, die Ergebnisse werden von der jeweils anderen Organisation übernommen.

Auch weitere Normungsgremien (z. B. CEN TC 224 „Machine-readable cards, related device interfaces and operations", CEN TC 287 „Geographical information", ISI TC 22 SC 13 „Ergonomics applicable to road vehicles") sind in die Erarbeitung von Spezifikationen mit Bedeutung für die Verkehrstelematik involviert.

Die Normungsarbeiten in den Normenorganisationen werden vor allem durch die Aktivitäten der Herstellerfirmen geprägt. Einige Normen sind bereits verabschiedet, weitere grundlegende Standards liegen im Entwurf vor. Diese Vornormen sind zwar noch für die Mitgliedsländer unverbindlich, haben für die Industrie aber bereits orientierenden Charakter. Allerdings sind auch noch in zahlreichen Bereichen weitere Arbeiten notwendig. So sind die Fragen der Normung, Zulassung und Prüfung von Informationssystemen im Fahrzeug noch in der Diskussion und der Bearbeitung.

Auch die Tätigkeit staatlicher Stellen hat Bedeutung für Normungs- und Standardisierungsarbeiten für die Verkehrstelematik. Funktionsfähige und auf dem Markt einführbare Telematik-Systeme benötigen *genormte Spezifikationen für Systemarchitekturen und insbesondere für die Schnittstellen.* Diese Schnittstellen sollten auch die Übergabe/Übernahme von Daten zwischen privaten Systemen von Diensteanbietern und den Informationssystemen von staatlichen Stellen gestatten. Die Normungsarbeiten für diesen Bereich sind zu aktivieren, zudem muß geklärt werden, wer entsprechende Normen und Standards festsetzt, an die sich potentielle Investoren zu halten haben.

Insbesondere eindeutige sowie noch besser aufeinander abgestimmte *nationale und internationale Bestimmungen (Richtlinien, Gesetze usw.)* müssen geschaffen werden. Derartige Vorgaben könnten zur Beschleunigung des Entwicklungsprozesses und der Markteinführung beitragen, so daß neue Technologien, die zur Verbesserung der Verkehrssituation beitragen könnten, wesentlich früher zum Einsatz gelangen könnten. Trotz der geforderten technischen Harmonisierung dürfen die einzelnen Konzepte die örtlichen Rahmenbedingungen nicht außer acht lassen. Standardlösungen wird es kaum geben. Daher müssen flexible Lösungen gefunden werden, die auch nachträgliche Korrekturen in einem verträglichen finanziellen, organisatorischen sowie technischen Rahmen zulassen.

Das Innovationsproblem

Informations- und Kommunikationstechnik und damit auch die Verkehrstelematik sind Technikfelder, auf denen sich Entwicklungen außerordentlich schnell vollziehen, Techniken also schnell veraltet sein können. Zugleich sind vor allem bei einer flächendeckenden Einführung von Diensten z. T. erhebliche Zeiten für deren Vorbereitung und Umsetzung erforderlich. Dies kann dazu führen, daß eine Technik schon als „überholt" angesehen wird, wenn alle Bedingungen dafür geschaffen worden sind, um damit auf den Markt gehen zu können. Als Beispiele dafür können die Diskussionen über bakengestützte im Vergleich zu mobilfunkbasierten Zielführungssystemen dienen oder die Debatte, RDS/TMC nicht als kollektiven Verkehrsinformationsdienst einzuführen, sondern gleich auf die volldigitalen Rundfunkdienste (DAB, DMB) zu setzen. Erschwerend kommt hinzu, daß viele von verschiedenen Herstellern für gleiche oder ähnliche Anwendungen entwickelte technische Lösungen untereinander nicht oder nur mit großem technischen Aufwand kompatibel sind.

Diese Situation hat dazu geführt, daß unternehmerische Entscheidungen immer wieder korrigiert, technische Entwicklungslinien trotz hoher Vorleistungen abgebrochen und vor der Einführung stehende Dienste doch nicht umgesetzt worden sind. Zugleich kann unterstellt werden, daß sich eine große Zahl potentieller Kunden dadurch eher zögernd für ein Gerät oder einen Dienst entscheiden, weil ihnen das Risiko einer Fehlinvestition als zu groß erscheint oder der erwartete Nutzen nicht den – vor allem in der Einführungsphase hohen – Kosten entspricht. Insbesondere für die rein privatwirtschaftliche – unter Wettbewerbsbedingungen stattfindende – Entwicklung und Einführung fakultativer Dienste kann dies zu einer geringen Marktakzeptanz, zu einer Verlängerung der Einführungsphase, zu einem geringeren Durchdringungsgrad und damit zu reduzierter verkehrlicher Wirksamkeit führen.

Forschungspolitische Schlußfolgerungen

Im Bereich der Verkehrstelematik besteht noch *umfangreicher Forschungsbedarf.* Diese Aussage bezieht sich weniger auf die technische Machbarkeit und Ausgestaltung von Telematik-Techniken und -Dienste als insbesondere auf Untersuchungen zu ihrer verkehrlichen Wirksamkeit sowie zu ihren sekundären Wirkungen und Folgen.

Projekte im Bereich der Verkehrstelematik werden zum einen durch die Industrie, zum anderen aus öffentlichen Geldern vor allem durch die Europäische Union in erheblichem Umfang gefördert. Die Schwerpunkte der verschiedenen Modell- und Feldversuche zur Verkehrstelematik lagen auf der Systemdefinition sowie auf dem Nachweis technischer Machbarkeit und Leistungsfähigkeit. Untersuchungen zu außer-

technischen Bereichen gehen – so sie überhaupt durchgeführt wurden – meist über Kostenschätzungen und Fragen der Ergonomie und der Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle nicht hinaus.

In einigen EU-Projekten wurden auch Fragen der *Nutzerakzeptanz und mögliche Verhaltensänderungen* untersucht. Die Ergebnisse daraus gestatten jedoch nur eine grobe Abschätzung der Wirkungsrichtung des Technikeinsatzes, es existieren derzeit wohl keine empirisch fundierten belastbaren quantitativen Angaben für Effekte bei einem verbreiteten Einsatz dieser Techniken. Die isolierte Analysesituation der Feldversuche kann zwar Aussagen über Verhaltensänderungen der Beteiligten in der konkreten Situation liefern, wegen der in der Regel kleinen Fallzahl, gelegentlichen methodischen Schwächen beim Untersuchungsdesign und fehlenden Erfahrungen zum Nutzerverhalten unter anderen als den zugrundeliegenden Bedingungen ist eine Extrapolation dieser Ergebnisse derzeit wohl nicht vertretbar. Zudem unterliegen die Rahmenbedingungen auch im Verkehrsbereich einem ständigen Wandel; Ergebnisse von unter heutigen Bedingungen durchgeführten Tests und Befragungen können nur bedingt auf derart veränderte Situationen übertragen werden.

Ungeachtet dieser grundsätzlichen Probleme bleibt jedoch festzuhalten, daß die Untersuchung sozioökonomischer Auswirkungen dieser neuen Techniken bei den durchgeführten EU-Projekten – einschließlich derer mit deutscher Beteiligung – nicht in ausreichendem Umfang stattgefunden hat. So stellt STOA (Scientific and Technological Options Assessment Unit, die beim Europäischen Parlament angesiedelte Arbeitsgruppe zur Bewertung wissenschaftlicher und technologischer Optionen) in ihrem Bericht über die Anwendung der Telematik im Stadtverkehr und im öffentlichen Verkehr fest, daß die verschiedenen Untersuchungen im Rahmen der europäischen Feldversuche in zu kleinem Maßstab durchgeführt wurden, als daß man wirklich allgemeingültige Schlußfolgerungen daraus hätte ziehen können. Wünschenswert seien deshalb noch eingehendere Untersuchungen (STOA 1996). Auch der Verkehrsausschuß des Europäischen Parlaments stellt fest, daß praktische Anwendungen der Programme DRIVE, ATT, PROMETHEUS, THERMIE, EURET und ENTRANCE bisher zu begrenzt und zu divers waren. Zudem sei eine bessere Koordinierung durchaus angebracht gewesen, „um so mehr, als bisher noch zu viele unterschiedliche und auf die Praxis der einzelnen Mitgliedstaaten zu wenig anwendbare Untersuchungen durchgeführt worden sind (Wijsenbeek 1996)". Dies dürfte insbesondere auch für die Begleit- und Wirkungsuntersuchungen gelten.

Die beschriebene Situation ist möglicherweise in Teilen auf die Hauptzielrichtung der Projekte, die Interessen der Beteiligten und die formalen Anforderungen bei solchen Projekten zurückzuführen. Es ist jedoch zu fragen, ob das so entstandene Informationsdefizit zu den Wirkungen des Einsatzes von IuK-Techniken im Verkehr (das durch die restriktive Informationspolitik einiger Projektbeteiligter und die mangelnde Transparenz der EU-Forschungsförderung noch verstärkt wird) hinzunehmen ist. Es sollte erwogen werden, ob der Bund hier zum einen komplementär forschungsfördernd tätig werden sollte und ob er zum anderen auf eine transparentere Gestaltung der Förderaktivitäten und der Verbreitung der FuE-Ergebnisse seitens der EU hinwirken sollte.

Zur *FuE-Förderung der EU* in den Bereichen Verkehr und Verkehrstelematik ist weiterhin kritisch anzumerken:

- Die zuständigen Einrichtungen in der EU verstehen es, sich als Gestalter von koordinierten (vernetzten) Forschungsprogrammen zu präsentieren, in denen auch außertechnische Fragestellungen und Querschnittsthemen in angemessenem Umfang repräsentiert sind. Dem stehen Erfahrungen der Projektteilnehmer und externer Beobachter entgegen.
- Der für die Durchführung von EU-Projekten erforderliche formale und bürokratische Aufwand bei den Projektnehmern steht nach deren Auffassung oft in keinem adäquaten Verhältnis zum finanzierten Projektvolumen, einige Projektnehmer sprechen von einem Anteil der „Bürokratie"-Kosten von 50 bis 60 %. Eine Beteiligung der EU wird häufig nur deshalb angestebt, weil unter Hinweis auf EU-Mittel Kofinanzierungen und Unterstützung durch politische Gremien leichter zu erschließen sind.
- Der Zugang zu den Projektergebnissen ist – wenn überhaupt – zumindest über EU-Dienststellen nur partiell und zudem deutlich verspätet möglich.

Daraus ergeben sich aus unserer Sicht auch *Folgerungen für die deutsche Forschungspolitik:*

- Eine *verstärkte nationale Koordination* von Forschungsprojekten erscheint uns anstrebenswert. Viele deutsche Testfelder finden sich derzeit jeweils in Projekten mit internationaler Zusammensetzung wieder, es gibt jedoch kein nationales Gremium, das eine Koordination und einen Informationsaustausch realisiert.
- Die Kommunen sind wichtige Partner in Feldversuchen für Telematik-Anwendungen. Zugleich gilt es, ihre Rolle bei der Erarbeitung von Konzepten für den Einsatz von Verkehrstelematik-Anwendungen zu stärken, damit dort die *Interessen der Kommunen angemessen berücksichtigt werden*. Kommunen verfügen jedoch nicht über Mittel für solche Maßnahmen, schon gar nicht für solche mit unmittelbarem FuE-Bezug, weil keine diesbezüglichen Haushaltstitel existieren. Notwendige Eigenmittel werden in solche Projekte in der Regel in Form von Personal eingebracht. Während dies für die Großstädte mit ihren Verwaltungsapparaten und den dort vorhandenen Experten u. U. noch realisierbar ist, kommt ein solches Verfahren für kleinere Kommunen nicht in Frage. Aus diesem Grunde sind weder die Potentiale und Chancen noch die spezifischen Problemlagen von Verkehrstelematikanwendungen bei deren Einsatz im Bereich kleinerer Kommunen gut untersucht. Auch sind deren Interessen bislang nicht klar artikuliert. Hier sind Wege zu finden, dieses Defizit zu beseitigen.

- Gegenwärtige Forschungsarbeiten zu Telematik-Systemen sind durch eine *technische Herangehensweise geprägt*. Anforderungen aus Sicht der Verkehrsteilnehmer (Zeit- und Kostenersparnis, Komfort, Sicherheit, Nutzerfreundlichkeit der Geräte, Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der Dienste, Planungssicherheit) kommen dabei häufig zu kurz. Bei einigen Diensten kann bezweifelt werden, ob sie tatsächlich die nötige Akzeptanz finden (und zu Kaufentscheidungen führen), um die erwarteten verkehrlichen Effekte zu erzielen. Empirisch ist dies häufig bisher nicht ausreichend nachgewiesen. Erwartungshaltungen der Nutzer sowie Qualität, Glaubwürdigkeit und Befolgung von Informationen und Empfehlungen sind weitere Stichworte in diesem Zusammenhang. Hier sind noch entsprechende Arbeiten zu leisten. Gleiches trifft zu für die Gestaltung von konkreten Techniken im Hinblick auf Interaktionssicherheit und Systemsicherheit sowie für mögliche Auswirkungen ihrer verbreiteten Nutzung auf die Verkehrssicherheit.
- Die Bewertung von Telematik-Anwendungen kann nicht alleine auf den Auswirkungen ihres Einsatzes unter Status-quo-Bedingungen fußen. Vielmehr wäre eine *Analyse im Zusammenwirken von verkehrspolitischen Zielvorstellungen, technischen Lösungen, strukturellen Rahmenbedingungen und organisatorischer Umsetzung gefordert*. Insbesondere im Hinblick auf die mittelbaren und längerfristigen Folgen und Nebenwirkungen des Einsatzes dieser Techniken greifen die im Rahmen der Feldversuche stattfindenden Wirkungsanalysen zu kurz. Nicht selten sind die Feldversuche durch das starke Engagement der beteiligten Industrie geprägt, die in erster Linie an einer weitreichenden und schnellen Implementierung ihrer Systemkonzepte interessiert ist. Weiterführende Untersuchungen sollten jedoch auch eine umfassende Abschätzung der späteren Folgen des Einsatzes von Telematik-Systemen, nicht nur für Verkehrsabläufe und Verkehrsteilnehmer, sondern auch hinsichtlich des Umfeldes, wie z.B. Umweltbelastung oder städtische Lebensqualität, beinhalten. Zur längerfristigen Sicherung positiver Effekte der untersuchten Konzepte wäre eine Analyse der Felder Mobilitätsentwicklung (Verkehrsleistung und -strukturen), Verkehrsfluß, Verkehrssicherheit, Verlagerungs- bzw. Verdrängungseffekte, Umweltbelastung, Auswirkungen auf die wirtschaftliche Entwicklung (regional wie bundesweit), Standort- bzw. Wohnortqualität (Urbanität) sowie Stadt- bzw. Regionalstruktur von Interesse. In diesem Zusammenhang ist auf die laufenden Untersuchungen des Umweltbundesamtes zu den Umweltauswirkungen von Telematik-Diensten und auf die vom BMBF geförderten Leitprojekte zur Telematik „Mobilität in Ballungsräumen" (BMBF 1997) zu verweisen. Nach Abschluß dieser Projektarbeiten wird eine erheblich verbesserte Informationsbasis zu den Wirkungen und Folgen des Einsatzes von Telematik-Systemen vorliegen.
- Für die weitere forschungspolitische Begleitung ist es notwendig, eine wesentlich umfassendere Analyse und Bewertung des Einsatzes von Telematik-Techniken und -Diensten vorzunehmen. Dieses Vorgehen sollte auch im Interesse der beteiligten Industrie liegen, die gerade im Hinblick auf die erwartete wirtschaftliche Bedeutung neuer Verkehrstelematik-Projekte frühzeitig *Akzeptanzprobleme und Diffusionshemmnisse* erkennen und *Problemlösungspotentiale* qualifizieren sollte. Grundlegender Anspruch einer weiterführenden Technikbewertung sollte deshalb sein, nicht bei der Benennung und Analyse der Probleme stehenzubleiben, sondern auch – unter Vorgabe verkehrspolitischer Rahmenbedingungen – *konkrete Hinweise bzw. Richtlinien zur künftigen Gestaltung neuer Techniken und deren Nutzung herzuleiten*. Dies kann auch zu einer langfristigen Sicherung der industriellen Wettbewerbsfähigkeit in diesem Bereich beizutragen.

Schlußbetrachtung und Ausblick

Seitens der Politik werden in die Anwendung von Informations- und Kommunikationstechniken im Verkehr große Hoffnungen gesetzt. Insbesondere sollen Telematik-Dienste Beiträge zur Entschärfung drängender verkehrlicher Probleme leisten und die Umweltbelastungen durch den Verkehr reduzieren helfen:

- Einige Telematik-Dienste können Beiträge zu einer effizienteren Verkehrsgestaltung und zu einer Reduktion der verkehrsbedingten Umweltbelastungen leisten. Sie können nicht nur für eine einfachere und kostengünstigere Umsetzung verkehrspolitischer Instrumente und Strategien genutzt werden, aufgrund ihrer neuen technischen Potentiale werden durch sie *auch bislang nicht realisierbare Strategien möglich*. Telematik macht andere Maßnahmen zur Verkehrsvermeidung und Verkehrsverlagerung keineswegs entbehrlich, könnte diese aber unterstützen und gegebenenfalls in ihrer Wirksamkeit verstärken. *Sie wird nur im Verbund mit entsprechenden technischen, organisatorischen, marktwirtschaftlichen und ordnungsrechtlichen Maßnahmen einen langfristigen Lösungsansatz für die Verkehrsprobleme – vor allem in den Ballungsgebieten – darstellen können.*
- Mit Mitteln der Telematik allein werden die anstehenden Verkehrsprobleme nicht zu lösen sein. Ohne politische Begleitung werden – aufgrund des Zwangs zur wirtschaftlichen Tragfähigkeit sowie der vorherrschenden Organiationsstrukturen – privatwirtschaftlich entwickelte und betriebene Dienste *eher zu Optimierungen innerhalb der einzelnen Verkehrsträger führen*. Dabei ist zu erwarten, daß die reinen kraftfahrzeug- bzw. straßenverkehrsbezogenen Telematiksysteme früher auf den Markt kommen als die ÖPNV-integrierenden oder Sicherheitsaspekte voranstellenden Anwendungen. Dies würde einer Forderung nach einer „Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger" nicht gerecht werden, sondern eher sogar die Kraftfahrzeugnutzung fördern. Ohne Angebotsverbesserungen aller Verkehrsträger sowie ordnungsrechtliche und preispolitische Maßnahmen im Straßenverkehr könn-

ten die Systeme aufgrund zunehmender Überlastungserscheinungen schnell unwirksam werden.

- Durch die breite Einführung von IuK-Techniken im Verkehr könnten umfassende technische Hilfsmittel für eine Steuerung des Verkehrs nach ökonomischen und/oder ökologischen Gesichtspunkten zur Verfügung stehen. *Telematik könnte die Anwendung von Lenkungsinstrumenten, mit denen ordnungsrechtliche und preisliche Maßnahmen zur aktiven Beeinflussung des Verkehrsgeschehens umgesetzt werden, ermöglichen bzw. erleichtern.* Für den Fall restriktiver Eingriffe im Bereich des motorisierten Individualverkehrs müßten im öffentlichen Verkehr tatsächliche Alternativen in zufriedenstellender Qualität und Quantität zur Verfügung gestellt werden.
- Telematik kann *zur Verknüpfung und Vernetzung der Verkehrssysteme beitragen.* Diese Intermodalität wird zwar in vielen Telematikkonzepten in den Mittelpunkt gestellt, erfährt *in der Umsetzung aber bisher noch zu wenig Aufmerksamkeit.* Fehlende Organisationssstrukturen für intermodale Verkehre erschweren eine diesbezügliche Ausrichtung von Telematik-Anwendungen und -Diensten (s. Abschnitt V.2.3).
- In den bislang durchgeführten Feldversuchen wurde der Schwerpunkt auf den Nachweis der technischen Machbarkeit und der Anwendbarkeit von einzelnen Telematik-Systemen und -Diensten gelegt. Wirkungs- und Folgenuntersuchungen wurden im Rahmen der Feldversuche – wenn überhaupt – in der Regel nur unter isolierten Bedingungen und nicht-repräsentativ mit kleinen Fallzahlen durchgeführt. *Untersuchungen zur Wirkungen des Einsatzes dieser Systeme bei netzweiter Anwendung und bei plausiblen Durchdringungsgraden fehlen bislang.* Der gegenwärtige Kenntnisstand liefert zwar Indizien für Prognosen über mögliche Wirkungsrichtungen des Einsatzes von Telematik-Systemen und -Diensten, quantifizierte Aussagen über deren Wirkungspotentiale daraus abzuleiten, ist aus unserer Sicht jedoch hoch problematisch. Dies gilt erst recht für die Beschreibung von kumulativen und Synergieeffekten.
- Die bereits auf dem Markt vorhandenen bzw. kurz vor der Einführung stehenden *kollektiven Telematiksysteme* werden ihre bisherige Bedeutung zur Beeinflussung des Verkehrsgeschehens behalten und von staatlicher Seite mit Vorrang behandelt werden. Die kollektiven Informations- und Leitsysteme werden zunehmend verkehrsabhängig gesteuert, so daß auch Lenk- und Leitstrategien umgesetzt werden können. Eine Pflicht zur Ausstattung privater Kraftfahrzeuge mit Endgeräten *individueller Telematiksysteme* ist derzeit nicht absehbar. Individuelle Systeme werden ihre Hauptanwendungen zunächst in den Bereichen Informationen, Routenempfehlungen, Zielführung und sonstige Dienstleistungen finden.
- Die Wirkungen einer breiten Einführung von individuellen Informationssystemen für den Straßenverkehr sind bislang nicht klar abzuschätzen. Derartige Dienste können – abhängig von ihrer konkreten Ausgestaltung und der Anwendung durch die Verkehrsteilnehmer – sowohl intramodale als auch intermodale Verkehrsverlagerungen *bewirken.*

Eine *zeitliche Verschiebung von Transporten* (z. B. in Zeiten geringerer Verkehrsbelastung) bei Beibehaltung des Verkehrsträgers führt zu einer Entlastung hochbelasteter Strecken. Die Umweltwirkungen sind abhängig von der spezifischen Verkehrssituation. Vor allem eine nennenswerte Reduktion des „Stop-and-Go"-Verkehrs in Ballungsräumen läßt erhebliche Emissionsreduktionen erwarten, da hier die spezifischen Treibstoffverbräuche der Fahrzeuge ein Mehrfaches der Verbräuche bei flüssiger Fahrt betragen.

Auch die *Nutzung anderer Transportwege* (die Wahl geringer belasteter Routen) bei Beibehaltung des Verkehrsträgers bewirkt eine Entlastung hochbelasteter Strecken. Zugleich bringt sie eine Erhöhung der Belastung auf Alternativrouten (mit in der Regel geringerer Leistungsfähigkeit), evtl. auch eine verstärkte Nutzung von Wohngebietsstraßen bzw. Ortsdurchfahrten, mit sich. Umweltwirkungen sind hier von der jeweiligen Fahrdynamik auf der Ausgangs- wie auf der Alternativroute sowie von deren Länge („umwegigere Fahrweise") abhängig. Zudem wären veränderte Immissionsbelastungen (Lärm, Abgase) für Anwohner zu berücksichtigen.

Ein (ggf. auch mehrmaliger) *Wechsel des Verkehrsträgers* für den gesamten Weg oder eine Teilstrecke kann ebenfalls zu Entlastungen von belasteten Strecken führen. Insbesondere die – durch Telematik-Systeme bewirkte bzw. unterstützte – *Verlagerung von Verkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger* sowie eine *durch IuK-Techniken ermöglichte effizientere Abwicklung existierender Verkehre* versprechen nachhaltige Entlastungswirkungen. Zu klären ist in diesem Zusammenhang jedoch, inwieweit Entlastungen im Straßenverkehrsnetz wegen der dann verbesserten Verkehrsbedingungen im Straßenverkehr *zu einer Rückverlagerung oder gar zu einer erhöhten Verkehrsnachfrage führen.*

V. Handlungsoptionen – Wirksamkeit und Folgen

1. Einführung

In diesem Kapitel werden unterschiedliche Optionen zur *Entlastung des Verkehrsnetzes und zur Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger* entwickelt und auf ihre Durchführbarkeit, Wirksamkeit und Folgen untersucht. Die in Kapitel II dargestellten Ergebnisse von Analysen und Prognosen zur anhaltenden Dynamik der Entwicklung des Verkehrsaufkommens und der Verkehrsleistung sowie zu den Dimensionen der Umweltbelastung durch den Verkehr haben die *Notwendigkeit und Dringlichkeit gegensteuernder Maßnahmen deutlich gemacht* (Abschnitte II.1 und II.2.1). Außerdem wird dort nachgewiesen, daß bei einem Emissionsvergleich der *schienengebundene öffentliche (Personen-)Verkehr gegenüber dem motorisierten Individualverkehr durchweg deutlich besser abschneidet* (Abschnitt II.2.2). Schließlich belegt eine gemeinsam vom TAB und dem Deutschen Verkehrsforum in Auftrag gegebene Untersuchung zu den Kapazitätsreserven der Bahn im Schienenpersonenfernverkehr (IVE 1998), daß dort entgegen häufig geäußerter gegenteiliger Einschätzungen bereits durch kurzfristig realisierbare technische und organisatorische Maßnahmen *erhebliche Kapazitätsreserven bereitgestellt werden können* (Abschnitt II.3). Diese Untersuchung ergänzt eine im Auftrag des Umweltbundesamtes und des Deutschen Verkehrsforums durchgeführte Studie zu den Kapazitäten der Schieneninfrastruktur im Güterverkehr (HACON/IVE 1996), in der nachgewiesen wird, daß auch im Güterverkehr noch erhebliche Kapazitätsreserven bestehen.

Entlastungen des Verkehrsnetzes lassen sich auf sehr unterschiedliche Weise erreichen. So wird jede *Verflüssigung des Verkehrs*, insbesondere des motorisierten Straßenverkehrs, eine Entlastung von Netzabschnitten mit sich bringen. Hierzu kann auch die zeitliche und räumliche Verlagerung von Fahrten beitragen (intramodale Verlagerung). Weiterhin führt jede *Verminderung der Fahrleistung* zur Entlastung des Verkehrsnetzes; eine Reduktion der Verkehrsleistung, also eine Verringerung von „Personenkilometern (Pkm)" oder von „Tonnenkilometern (tkm)", und damit eine Einschränkung der Mobilität von Personen und Gütern, muß damit nicht notwendigerweise verbunden sein. Entlastung kann somit primär durch Effizienzsteigerungen erreicht werden, sie schließt jedoch auch *Verlagerungen von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger* (intermodale Verlagerung) und *Vermeidung von Verkehrsleistung* mit ein.

Die angestrebten Entlastungen des Verkehrsnetzes und die Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger können nicht durch Einzelmaßnahmen erreicht werden, sondern nur durch – möglichst abgestimmte – *Maßnahmenbündel*, die hier als *Optionen* bezeichnet werden. Welche Arten von Maßnahmen hierfür grundsätzlich in Betracht kommen, ist in Kapitel III erläutert worden.

Die in dieser Studie entwickelten und analysierten Optionen orientieren sich primär an (jeweils unterschiedlichen) *„initiierenden" Maßnahmen*, von denen eine unmittelbare verkehrliche Wirksamkeit sowie direkter Einfluß auf verkehrsbezogene Entscheidungen von Unternehmen und Personen im Hinblick auf die angestrebten Ziele erwartet werden. Da den Ausgangsannahmen der Studie entsprechend die zu untersuchenden Maßnahmen weder mit Einschränkungen der Mobilität noch mit nennenswerten Abstrichen bei den heute üblichen Qualitätsstandards der Reise bzw. des Transports verbunden sein sollen, sind, soweit erforderlich, über die initiierenden Maßnahmen hinaus jeweils auch *„flankierende" Maßnahmen* zu berücksichtigen, um Mobilität grundsätzlich sicherzustellen und auch langfristig zu erhalten. Dies bedeutet z. B., daß der Einsatz preislicher Maßnahmen zur Beeinflussung individueller Entscheidungen im Hinblick auf die Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltverträglichere Verkehrsträger immer von Maßnahmen zur Sicherung der Mobilität, wie dem Ausbau und der Attraktivitätssteigerung des ÖPNV, begleitet sein muß.

Von besonderer Bedeutung für die Ausgestaltung verkehrspolitischer Optionen sind die in den kommenden Jahren in größerem Umfang zur Verfügung stehenden neuen Organisationsmöglichkeiten des Verkehrs, wie sie sich durch die Einführung moderner *Informations- und Kommunikationstechniken (IuK-Techniken)* ergeben. Kapitel IV enthält eine ausführliche Darstellung und Diskussion solcher Techniken. IuK-Techniken gestatten es, *Verkehrsmanagementstrategien* zu realisieren, durch die Entlastungen des Verkehrsnetzes erreicht werden können. Bei diesen Verkehrsmanagementstrategien lassen sich im wesentlichen zwei konkurrierende Ansätze ausmachen: Während auf der einen Seite auf die *„Selbststeuerung" des Verkehrsgeschehens allein durch die Bereitstellung besserer Informationen* für die Verkehrsteilnehmer und deren weitgehend rationales Verhalten gesetzt wird, wird von anderen eine eher *eingriffsorientierte Strategie der aktiven Verkehrslenkung* mittels preislicher und ordnungsrechtlicher Maßnahmen unter Anwendung von IuK-Techniken gefordert. Eine politikwissenschaftliche Analyse zum Einsatz von IuK-Techniken im Verkehrsbereich (Denkhaus 1995) zeigt, daß bei maßgeblichen Interessengruppen hinsichtlich der mit Telematik-Systemen anzuwendenden Verkehrsmanagement-Strategie Befürworter der „weichen" oder informationsorientierten Strategie überwiegen.

Um die Möglichkeiten der Gestaltung des Verkehrssystems vor allem im Hinblick auf die Entlastungen

dieses Systems und die Verlagerung von Straßenverkehr näher zu untersuchen, wurden die folgenden Optionen ausgewählt:

1. Option *„Einsatz von IuK-Techniken zur Verbesserung der Verkehrsinformation und zur Verkehrslenkung auf der Grundlage der vorliegenden ordnungsrechtlichen Regelungen"* (kurz „Verbesserung der Verkehrsinformation")
2. Option *„Einsatz von IuK-Techniken zum Verkehrsmanagement im Personen- und Güterstraßenverkehr zusammen mit dem Einsatz verschiedener preislicher Maßnahmen"* (kurz „Preisliche Maßnahmen im Straßenverkehr")
3. Option *„Attraktivitätssteigerung im ÖPNV"*

Im Mittelpunkt der ersten Option *„Verbesserung der Verkehrsinformation"* stehen die bereits konzipierten Einsatzmöglichkeiten der genannten neuen IuK-Techniken im Verkehrsbereich. Im Rahmen dieser Option werden Möglichkeiten untersucht, diese Techniken und Dienste organisatorisch so zu gestalten, daß sie den vorgegebenen Zielen dienen und nicht allein nach Kriterien einer optimalen Verflüssigung des Straßenverkehrs entwickelt und eingeführt werden. Hierzu wird auf die bereits gewonnenen Erfahrungen ausgewählter Pilotprojekte in den Städten Frankfurt, München und Stuttgart Bezug genommen.

Während mit den bisherigen Steuer- und Abgabemodellen nur vergleichsweise undifferenziert einsetzbare Instrumente zur Verfügung standen, bieten moderne IuK-Techniken ganz neue Möglichkeiten, preisliche Maßnahmen gezielt zur Verkehrslenkung einzusetzen. Diese gezielte Lenkungswirkung preislicher Maßnahmen unter Einsatz von IuK-Techniken steht im Mittelpunkt der Option *„Preisliche Maßnahmen im Straßenverkehr"*.

Einige erfolgreiche Modelle des ÖPNV, wie sie z. B. in Zürich und in Karlsruhe realisiert wurden, zeigen, daß durch ein attraktives ÖPNV-Angebot erhebliche Zuwachsraten im öffentlichen Verkehr erreicht werden können. Im Mittelpunkt der Option *„Attraktivitätssteigerung im ÖPNV"* stehen abgestimmte Maßnahmen zur Verbesserung des ÖPNV, die somit nicht nur, wie in den vorherigen Optionen, flankierende, sondern sogar initiierende Funktion für die Entlastung des Straßennetzes und die Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger, wie eben den ÖPNV, besitzen.

Bei der Untersuchung der Optionen wurde *soweit wie möglich auf empirische Erhebungen Bezug genommen*, die in Form von Fallstudien aufbereitet wurden. Zur Wirksamkeit und zu den Folgen von preislichen Maßnahmen wurden *Modellrechnungen* durchgeführt. Sowohl bei dem für die Fallstudien als auch bei dem für die Verifikation der Modellrechnungen zur Verfügung stehenden empirischen Material handelt es sich um kleinere Erhebungen, wie zum Mobilpass-Projekt in Stuttgart und zum Verhalten der Benutzer der Stadtbahn Bretten-Karlsruhe. Obwohl beide Erhebungen nur begrenzte Repräsentativität besitzen, wird versucht, allgemeiner gültige Aussagen daraus herzuleiten. Erst umfassendere empirische Erhebungen zu den das Verkehrsmittelwahlverhalten beeinflussenden Größen werden die Aussagesicherheit von Wirkungs- und Folgenanalysen erhöhen.

2. Option „Verbesserung der Verkehrsinformation"

Im Mittelpunkt der Option „Einsatz von IuK-Techniken zur Verbesserung der Verkehrsinformation und zur Verkehrslenkung auf der Grundlage vorliegender ordnungsrechtlicher Regelungen" *(kurz „Verbesserung der Verkehrsinformation")* steht die Bereitstellung verbesserter Informationen zur Verkehrssituation und zu den Nutzungsmöglichkeiten des ÖPNV auf der Grundlage vorliegender ordnungsrechtlicher Regelungen. In Abschnitt III.2.1 wurde hervorgehoben, daß die sog. informatorischen Instrumente, wie z. B. die Bereitstellung von Parkinformationen und Umleitungsempfehlungen, in hohem Maße von einem zusätzlichen Einsatz von IuK-Techniken profitieren können. Im Rahmen dieser Option wird daher vor allem untersucht, inwieweit eine verbesserte technisch unterstützte Vermittlung von Informationen das Verkehrsangebot und die aktuelle Verkehrssituation zur Erreichung der im Rahmen der TAB-Studie zu analysierenden Ziele beitragen kann. Hierzu werden die Erfahrungen ausgewählter Pilotprojekte zum Einsatz von IuK-Techniken in den Städten Frankfurt, München und Stuttgart ausgewertet. Eine vom *Institut für Straßen- und Verkehrswesen der Universität Stuttgart (ISV Stuttgart)* im Auftrag der TAB durchgeführte Untersuchung gibt einen Überblick über die Konzeption der ausgewählten Pilotprojekte und deren verkehrliche Wirkungen (ISV 1997b). Daneben wird auf zahlreiche weitere Einzelergebnisse von Untersuchungen zur technischen Machbarkeit von Telematik-Diensten sowie auf die Diskussion in der Fachöffentlichkeit Bezug genommen. Eine detaillierte Darstellung findet sich in Kapitel IV.

Trotz der eingeschränkten Aussagekraft des vorliegenden Datenmaterials gestatten diese Auswertungen *erste vergleichende Bewertungen*, insbesondere da die ausgewählten Pilotprojekte unterschiedliche technische und organisatorische Einsatzkonzepte von IuK-Techniken bezüglich Information und Lenkung des Verkehrsgeschehens realisieren.

Sowohl von seiten der Verkehrs- und der Forschungspolitik (BMV 1993; BMV 1995a; BMBF 1997) als auch von seiten der Wirtschaftsverbände (VDA 1996) werden große *Hoffnungen in die Einführung von IuK-Techniken im Verkehrsbereich* gesetzt. Diese Hoffnungen beziehen sich sowohl auf die Entwicklung eines neuen Marktes mit neuen Hochtechnologieprodukten und entsprechenden Wachstumserwartungen als auch auf die Lösung drängender Verkehrsprobleme, insbesondere im Straßenverkehr. Sehr deutlich wird auch im Strategiepapier „Telematik im Verkehr" des BMV (BMV 1993) die Rolle der Telematik als zukunftsweisender Problemlöser herausgestellt. Im einzelnen werden dort die folgenden Beiträge genannt:

- „stärkere Ausnutzung der *Infrastrukturkapazitäten* und Verbesserung des *Verkehrsflusses*,
- *Vernetzung* und Verknüpfung der Verkehrsträger untereinander, mit dem Ziel der *Verlagerung* des Verkehrs auf umweltfreundliche Verkehrsmittel,
- Ausgestaltung von Marktinstrumenten für die Nutzung der Infrastruktur, u. a. zum Aufbau *elektronischer Gebührensysteme*,
- *Verkehrsvermeidung* zur Entlastung der Umwelt,
- Verbesserung der *Sicherheit* im Verkehr."

Die IuK-Techniken im Verkehrsbereich werden, wie in Kapitel IV ausführlich beschrieben, in Form *verschiedener Telematikdienste* eingeführt werden. Diese werden sowohl in dem genannten Strategiepapier „Telematik im Verkehr" des BMV (BMV 1993) als auch in dem 1995 vom BMV herausgegebenen Bericht zum Stand der Umsetzung des Strategiepapiers (BMV 1995a) angesprochen. Es wird betont, daß es notwendig sei, die Einführung dieser Dienste auf den verschiedenen politischen Ebenen, Europäische Union (EU), Bund, Länder und Kommunen, abzustimmen. In der Entschließung des Verkehrsministerrates der EU vom Herbst 1994 (EU 1994) wurden die Prioritäten für die erste Umsetzungsphase von Telematikdiensten im Straßenverkehr festgelegt:

- Einführung eines *europaweit interoperablen automatisierten Straßenverkehrsinformations- und Warnsystems* in den Mitgliedstaaten,
- Prüfkriterien sowie Bewertungs- und Genehmigungsverfahren für die *fahrzeuginterne Informationsausgabe* im Straßenverkehr,
- Kompatibilität und Interoperabilität der Systeme der *Informationsübermittlung zwischen Fahrzeug und Infrastruktur im Straßenverkehr*,
- Vereinheitlichung der Datengrundlagen für eine europaweite Nutzung *digitaler Straßenkarten*.

Die Einführung von Telematikdiensten war auch Gegenstand mehrerer Länderverkehrsministerkonferenzen. Dabei wurden die bereits in politikwissenschaftlichen Analysen zur Einführung von IuK-Techniken im Verkehr (Denkhaus 1995) behandelten Probleme deutlich, angesichts der komplizierten Entscheidungsstrukturen in der Bundesrepublik Deutschland abgestimmte Telematikdienste zur Erreichung verkehrspolitscher Ziele einzusetzen. Im Bericht zur Umsetzung des Strategiepapiers „Telematik im Verkehr" (BMV 1995a) wird darauf hingewiesen, daß die dringenden Verkehrsprobleme in Ballungsräumen nur dann erfolgreich gelöst werden können, wenn der öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV) in vollem Umfang in die Telematikdienste eingebunden wird. Es wird gefordert, *Telematik verstärkt zur Attraktivitätssteigerung des ÖPNV* zu nutzen. Dabei sei jedoch sicherzustellen, daß im Bereich der Straßenverkehrstelematik, einschließlich des Übergangs zum ÖPNV, bundesweit kompatible Lösungen gefunden werden. Hierzu fördert das BMV schon seit Jahren telematikbezogene Anwendungen im Rahmen des Forschungsprogramms Stadtverkehr (FOPS). Von besonderer Bedeutung ist, daß der Bund auf Wunsch der Länder eine *koordinierende Funktion bei der Einführung der Verkehrstelematik* übernommen hat.

Die politische Willensbildung, wie sie in den oben genannten Berichten des BMV zu „Telematik im Verkehr" deutlich wird, entspricht den in dieser Studie des TAB im Vordergrund stehenden verkehrspolitischen Zielen der Entlastung des Verkehrsnetzes und der Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger. Offen bleibt die konkrete Ausgestaltung der Rahmenbedingungen, um die genannten Ziele tatsächlich zu erreichen.

2.1 Stand und Entwicklungstendenzen ausgewählter Telematikdienste

Im Rahmen der Option 1 wird, wie bereits ausgeführt, vor allem untersucht, inwieweit eine verbesserte technisch unterstützte Vermittlung von Informationen über das Verkehrsangebot und die aktuelle Verkehrssituation zur Erreichung der in dieser Studie im Vordergrund stehenden Ziele beitragen kann. Verkehrslenkung durch Informationsübermittlung kann – je nach Grad der Verbindlichkeit – mit unterschiedlicher Eingriffstiefe und Wirksamkeit verbunden sein:

- Durch die Weitergabe von Informationen (*„informative Lenkung"*) allein lassen sich bereits Lenkungswirkungen erzielen. Dies gilt beispielsweise für Stau- oder Unfallmeldungen. Auch eine Lenkung über Preissignale könnte – zumindest solange den Verkehrsteilnehmern tatsächliche verkehrliche Alternativen zur Verfügung stehen – als informative Lenkung verstanden werden. Für die Beurteilung der verkehrlichen Wirksamkeit ist die (empirisch gewonnene) Kenntnis der Nutzerreaktionen, der durch die Information hervorgerufenen Verhaltensweisen, von zentraler Bedeutung. Für eine technisch unterstützte Informationsvermittlung eignen sich kollektive wie individuelle Systeme; bei der Übertragung über individuelle Systeme ist die Kenntnis der Ausstattungsquote mit solchen Systemen ein weiteres Kriterium für die Beurteilung der Wirkungspotentiale.
- Eine weitere Möglichkeit ist die Weitergabe von Informationen in Verbindung mit Empfehlungen zum Verkehrsverhalten, beispielsweise zur Routenwahl oder zur Wahl des Verkehrsmittels (*„empfehlende Lenkung"*). Für die Beurteilung der verkehrlichen Wirksamkeit ist auch hier die Kenntnis der Nutzerreaktionen, insbesondere des Grades der Befolgung von Empfehlungen, von zentraler Bedeutung. Die Wirksamkeit zur Verkehrslenkung dürfte – durch die gegebenen Empfehlungen – höher sein als bei einer reinen Informationsbereitstellung. Für eine technisch unterstützte Weitergabe von Informationen und Empfehlungen eignen sich kollektive wie individuelle Systeme; bei der Nutzung individueller Systeme ist hier ebenfalls die Kenntnis der Ausstattungsquote mit solchen Systemen ein weiteres Beurteilungskriterium für die Wirkungspotentiale.

- Die größte Eingriffstiefe ist mit der Verkehrslenkung durch Ge- und Verbote im Sinne der Straßenverkehrsordnung (*„direktive Lenkung"*) verbunden. Die grundsätzliche Eignung zur Verkehrslenkung ist hoch, insbesondere dadurch, daß das Spektrum der möglichen Nutzerreaktionen durch die Ge- und Verbote weitgehend eingeschränkt ist. Für eine durch IuK-Techniken unterstützte direktive Lenkung lassen sich derzeit nur kollektive Systeme einsetzen. Individuelle Systeme können lediglich ergänzend Verwendung finden, es sei denn, sie würden als Pflichtausstattung von Fahrzeugen vorgeschrieben. Dies dürfte aber Probleme mit der *internationalen Kompatibilität* aufwerfen.

Für eine Verbesserung der Verkehrsinformation können die bereits erwähnten *Telematik-Dienste* Anwendung finden. Einige dieser Dienste sind bereits auf dem Markt, andere sind erst konzipiert bzw. befinden sich noch in der Entwicklung. Nachstehend werden die wichtigsten Dienste in ihrer Funktionalität kurz vorgestellt, wobei sowohl zwischen Diensten für den öffentlichen Verkehr (ÖV) und für den Individualverkehr (IV) als auch zwischen Diensten, die vor Reiseantritt nutzbar sind (pre-trip), und Diensten, die eine Informationsverbesserung während der Reise (on-trip) ermöglichen, unterschieden wird. Für eine detailliertere Beschreibung sowohl der einsetzbaren Techniken als auch von ausgewählten Diensten verweisen wir auf das Kapitel IV.

Systeme zur Information vor Fahrtantritt (pre-trip-info)

Durch eine Verbesserung des Umfanges und der Qualität der bereits vor Fahrtantritt vorliegenden Information wird die Möglichkeit eröffnet, daß die Verkehrsteilnehmer eine dem Verkehrsangebot und der tatsächlichen Verkehrssituation entsprechende Entscheidung über die genutzten Verkehrsmittel sowie die Route, den Zeitpunkt und ggf. auch über das Ziel ihres Weges bereits am Ausgangspunkt ihres Weges treffen können. Dazu dienen u. a. Systeme wie die *elektronische Fahrplanauskunft* in unterschiedlichen Komplexitätsstufen (nur auf den örtlichen Verkehrsverbund beschränkt, verbundübergreifend, bundesweit, europaweit, Wege vom Ausgangspunkt zur nächsten Haltestelle des öffentlichen Verkehrs bzw. von der Haltestelle zum Ziel einschließend, auf tatsächlichen, d. h. veränderte betriebliche Situationen berücksichtigenden, (Ist-)Fahrplänen basierend), die *grafische Darstellung der aktuellen Situation im Straßenverkehrsnetz* (beispielsweise über Internet oder andere grafikfähige Ausgabemedien) oder auch eine *kombinierte IV-ÖV-Routenplanung*.

Untersuchungen haben gezeigt, daß viele Pkw-Fahrer nur unzureichend über die Alternativen zur Pkw-Nutzung informiert sind und darum im Vergleich zu anderen Verkehrsmitteln die Vorteile des Pkw erheblich überschätzen. Durch die Bereitstellung einfach zugänglicher und kundenspezifisch aufbereiteter Informationen zur Leistungsfähigkeit und zum Angebot des ÖV erhofft man, einen Anreiz zur Verlagerung zugunsten des ÖV zu schaffen. Die Unternehmen des öffentlichen Verkehrs arbeiten seit einigen Jahren daran, Systeme für die elektronische Fahrplaninformation aufzubauen, über verschiedene Übertragungswege (Internet, T-Online) zu verbreiten und zunehmend komfortabler zu gestalten. Zudem wird mit Unterstützung durch das BMV an einer bundesweiten Vernetzung der – bislang in der Regel unternehmens- oder verbundspezifischen – Auskunftssysteme gearbeitet.

Kollektive Verkehrsinformationssysteme für den Straßenverkehr (on-trip-info)

Kollektive Verkehrsinformations- und -leitsysteme finden seit geraumer Zeit Anwendung. Zu nennen sind hier u. a. der Verkehrsrundfunk, Wechselwegweiser, Stau,- Nebel- und Glatteiswarnanlagen sowie Linienbeeinflussungsanlagen. Bei Verkehrsinformationssystemen unter Nutzung des öffentlichen Rundfunks (ARI/ARIAM, zukünftig auch RDS/TMC und DAB) liegt der Schwerpunkt auf Informationen zu Vorfällen auf Bundesfernstraßen, auch entsprechende Umleitungsempfehlungen werden gegeben. Die *Übertragung von Verkehrsinformationen mittels RDS/TMC* gestattet – insbesondere bei Nutzung einer automatischen Meldekette – eine Beschleunigung des Informationsweges gegenüber der konventionellen Rundfunkübertragung sowie seitens des Fahrers eine Filterung der Informationen im Hinblick auf die für seinen Weg relevanten Mitteilungen. *Wechselwegweisungsanlagen bzw. Netzbeeinflussungsanlagen* dienen dem Ausgleich von Verkehrsbelastungen in Maschen des Verkehrsnetzes (vornehmlich von Autobahnen) und der Umleitung von Verkehrsströmen im Falle von Störungen. *Streckenbeeinflussungsanlagen*, bei denen Warnungen und Gebote für die Autofahrer bei Gefahrensituationen sowie zulässige Höchstgeschwindigkeiten bei hohen Verkehrsbelastungen oder ungünstigen Witterungsverhältnissen mittels Wechselverkehrszeichen der Straßenverkehrsordnung dargestellt werden, tragen zur Erhöhung der Durchlaßfähigkeit und zur Verbesserung der Verkehrssicherheit auf einem Streckenabschnitt bei. Diese Dienste werden gegenwärtig durch öffentliche Einrichtungen – oder mit deren Unterstützung – bereitgestellt.

Eine weitere Form von kollektiven Verkehrsinformationssystemen sind *Parkinformations- und -leitsysteme*. Durch diese werden Kfz-Nutzer über den Weg zu Parkplätzen – vorzugsweise in Innenstädten und bei Park-and-Ride-Anlagen – informiert. *Dynamische Parkleitsysteme* geben zudem den Belegungsgrad bzw. die freien Kapazitäten der Parkhäuser und P+R-Anlagen weiter. Parkinformations- und -leitsysteme dienen vornehmlich dazu, den Parksuchverkehr vor allem in den Innenstädten merklich zu reduzieren sowie die Kfz-Nutzer über Umsteigemöglichkeiten und Umsteigepunkte in den öffentlichen Nahverkehr in Kenntnis zu setzen. Derartige Systeme sind heute weit verbreitet.

Individuelle Informations- und Leitsysteme für den Straßenverkehr (on-trip-info)

Individuelle Informations- und Leitsysteme versorgen den Verkehrsteilnehmer mit individualisierten, d. h. auf seine Verkehrsnachfrage zugeschnittenen, Infor-

mationen zur Verkehrs- und ggf. auch Parkraumsituation. Sie können u. a. Empfehlungen zur Routen- und zur Verkehrsmittelwahl geben. Daneben sollen auch nicht unmittelbar verkehrsbezogene Dienstleistungen wie etwa Hotelinformationen und -buchungen oder Informationen über Freizeitmöglichkeiten angeboten werden. Den individuellen Informations- und Leitsystemen wird in Marktprognosen ein großer Anteil am Telematik-Gesamtmarkt zugeschrieben.

Mit besonderer Intensität verfolgt wird die Einführung *individueller dynamischer Zielführungssysteme*, mittels derer Informationen zur aktuellen Verkehrssituation empfangen und verarbeitet sowie daraus abgeleitete Routen- und Leitempfehlungen gegeben werden können. Für die Realisierung solcher Systeme wird gegenwärtig durch die Privatwirtschaft ein Netz zur Erhebung von Straßenverkehrsdaten aufgebaut, erste Dienste-Angebote werden bereits vermarktet.

Derzeit in der Markteinführung befindliche individuelle Informations- und Leitsysteme dienen zunächst nur der Information. Die Befolgung von Empfehlungen, die durch solche Systeme gegeben werden, ist nicht obligatorisch. Es ist zu erwarten, daß sich bei den privatwirtschaftlich vermarkteten Diensten nur solche durchsetzen werden, die dem Kunden einen individuellen Nutzen – vor allem durch den Informationsvorsprung gegenüber anderen Verkehrsteilnehmern – vermitteln. Privatwirtschaftlich vermarktete Dienste werden für direktive Eingriffe in das Verkehrsgeschehen kaum Anwendung finden können.

Grundsätzlich ließen sich unter Verwendung von individuellen Informations- und Leitsystemen auch Möglichkeiten zur direktiven Verkehrslenkung und zum Verkehrsmanagement erschließen. Jedoch können nur Systeme, die jedem zur Verfügung stehen, zur direktiven Verkehrslenkung genutzt werden. Für diese Zwecke einzusetzende individuelle fahrzeuginterne Systeme müßten dann zur Pflicht gemacht werden. Sie könnten in diesem Fall die ebenfalls für diese Zwecke einsetzbaren kollektiven Dienste, zum Beispiel Wechselverkehrszeichenanlagen zur Streckenbeeinflussung, ergänzen und langfristig ersetzen.

Telematiksysteme für den öffentlichen Verkehr (on-trip-info)

Für die Verbesserung der Information bei ÖV-Nutzern während ihrer Reise wurden zahlreiche Systeme entwickelt, einige davon befinden sich (in Deutschland nur punktuell) bereits im Dauereinsatz. Zu diesen *Reisendeninformationssystemen* zählen u. a. Anzeigen an den Haltestellen, die über die aktuelle Betriebssituation (tatsächliche Ankunfts- bzw. Abfahrzeiten, Störungen) informieren sowie Informationssysteme an Haltestellen oder in Fahrzeugen (Infosäulen, Terminals), mittels derer beispielsweise Anschlußverbindungen gesucht oder Routenplanungen modifiziert werden können. Während Systeme zur Fahrgastinformation unter Verwendung von Echtzeit-Daten beim schienengebundenen Verkehr in Deutschland inzwischen eine gewisse Verbreitung erreicht haben, sind sie beim Busverkehr bislang kaum im Einsatz.

Ein weiteres System soll hier Erwähnung finden, das sich einer strengen Einordnung in die gewählte Systematik entzieht: *Systeme zur dynamischen Anschlußsicherung* wenden sich weniger an den ÖV-Kunden als vielmehr an die Fahrzeugführer im ÖV. Sie dienen dazu, insbesondere auf den wenig frequentierten Strecken am Stadtrand bzw. auf dem Lande die Fahrer von ÖV-Fahrzeugen über Verspätungen von Zubringerfahrten zu informieren und dadurch den Anschluß noch zu gewährleisten. Von der so gesteigerten Zuverlässigkeit des öffentlichen Verkehrssystems wird ein Attraktivitätsgewinn für den ÖV erwartet.

2.2 Erfahrungen aus Pilotprojekten zu Telematikdiensten in Ballungsräumen

2.2.1 Konzeption der ausgewählten Pilotprojekte

Nachfolgend werden drei ausgewählte Pilotprojekte für den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechniken (IuK-Techniken) im Verkehrsbereich in Stuttgart, Frankfurt und München bezüglich ihrer Beiträge zur „Entlastung des Verkehrsnetzes" und „Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger" untersucht (s. auch Abschnitt IV.7.2). Dies sind die Projekte STORM (*S*tuttgart *T*ransport *O*peration by *R*egional *M*anagement), FRUIT (*Fr*ankfurt *U*rban *I*ntegrated *T*raffic Management) und KVM (*K*ooperatives *V*erkehrs*m*anagement für die Region München)/Munich COMFORT.

Projektphilosophien

STORM, FRUIT und KVM/Munich COMFORT weisen unterschiedliche Projektansätze auf. STORM kann als ein von der Industrie initiiertes Forschungsprojekt zur Erprobung von Techniken in Feldversuchen charakterisiert werden, das in ein Konzept für ein integriertes Verkehrsinformationssystem eingebunden wurde. Demgegenüber wurde mit der Machbarkeitsstudie FRUIT ein auf die Lösung zentraler Stadtverkehrsprobleme zielender problemorientierter Ansatz für ein integriertes Gesamtverkehrskonzept verfolgt. Der Projektansatz des Pilotprojekts KVM/Munich COMFORT kann als eine Kombination der Konzepte von STORM und FRUIT angesehen werden, da sowohl Elemente des technologieorientierten Ansatzes von STORM als auch der problemorientierten Vorgehensweise der regionalen und kommunalen Verkehrsplanung in FRUIT berücksichtigt werden.

Bei STORM soll das Verkehrsgeschehen allein durch eine verbesserte Verkehrsinformation und eine enge Kooperation zwischen öffentlichem und individuellem Verkehr beeinflußt werden. Die Entscheidung, welches Verkehrsmittel zu welcher Zeit benutzt wird, bleibt in jedem Fall dem Verkehrsteilnehmer vorbehalten. Der Schwerpunkt liegt bei einer besseren Information des motorisierten Individualverkehrs, direktive Eingriffe in den motorisierten Individualverkehr sind nicht vorgesehen.

Im Projekt KVM/Munich COMFORT wird die Strategie verfolgt, den öffentlichen Verkehr stärker in ein Gesamtkonzept zum städtischen Verkehr einzube-

ziehen. Dies soll erreicht werden, indem der ÖPNV insgesamt attraktiver gestaltet wird, wie z. B. durch Priorisierung des ÖPNV im Straßenverkehr und durch Verknüpfung der Verkehrsmittel. Hierzu werden die erforderlichen Informationen bereitgestellt, um eine Verkehrsmittelwahl zugunsten des ÖPNV zu fördern. Ferner wird angestrebt, durch dynamische Verkehrsinformationen den Fahrtbeginn, die Routenwahl und die Verkehrsmittelwahl zu beeinflussen. Bei KVM/Munich COMFORT diente der Großteil der vorgesehenen Maßnahmen der Verbesserung der Verkehrsinformation sowie der Weitergabe von Empfehlungen, ausnahmsweise können jedoch auch Maßnahmen der „direktiven Verkehrslenkung" zum Einsatz kommen, wie z. B. Sperrung der Autobahn.

Die Ziele der Machbarkeitsstudie FRUIT sind insbesondere die Stärkung des öffentlichen Verkehrs, des Fahrradverkehrs und des Fußgängerverkehrs. Der motorisierte Individualverkehr soll reduziert werden. Diese Ziele sollen durch organisatorische und betriebliche Maßnahmen im Rahmen eines verkehrsträgerübergreifenden Verkehrsmanagements erreicht werden. Als Steuerungsphilosophie wird auch bei FRUIT in erster Linie die Verbesserung der Verkehrsinformation und die Weitergabe von Empfehlungen verfolgt. Es werden aber auch Maßnahmen zur „direktiven Verkehrslenkung", wie die Innenstadtsperrung, berücksichtigt.

Projektorganisation

Die Zielrichtung der drei Projekte läßt sich auch aus deren Organisationsstruktur ablesen. Bei STORM besitzen die Industrieunternehmen das maßgebliche Gewicht in der dreistufigen projektorientierten Organisationsstruktur. Treibende Kraft der Machbarkeitsstudie FRUIT war die Straßenverkehrsbehörde Frankfurt. Die dreistufige Organisationsstruktur von KVM/Munich COMFORT war kooperativ angelegt und bezog staatliche, industrielle und beratende Partner in die Projektleitung mit ein. Die Federführung des Projektes oblag jedoch politisch legitimierten Institutionen, die sowohl für die Gesamt-Koordination als auch die Geschäftsführung des Aufsichtsgremiums verantwortlich waren.

Die Verknüpfungen der Projekte mit politischen Entscheidungsgremien waren, wie erwähnt, bei den drei Projekten sehr unterschiedlich. Bei STORM war neben dem Verkehrsministerium Baden-Württemberg auch die Stadt Stuttgart direkt beteiligt. Nach dem Projektende von STORM wurde kein direktes Folgeprojekt vereinbart. Als ein Grund dafür wird darauf hingewiesen, daß die Industrie als maßgeblicher Akteur für nachfolgende, die Ergebnisse von STORM weiterführende Projekte nicht zur Verfügung stand. Als Besonderheit des Projekts FRUIT kann die Projektdurchführung ohne weitergehende Beteiligung politischer Gremien angesehen werden. Erst gegen Ende der Studie wurden die politischen Entscheidungsträger über FRUIT informiert und haben im nachhinein dem Zielkonzept des Projektes zugestimmt. Eine grundsätzliche Finanzierungszustimmung zur Umsetzung der erarbeiteten Maßnahmen wurde jedoch nicht gegeben. Bei KVM/Munich COMFORT ist die gute politische Zusammenarbeit auf regionaler Ebene trotz unterschiedlicher parteipolitischer Verantwortung im Münchner Stadtrat und im Landkreis hervorzuheben, die auf der Basis der im Arbeitsbereich „Städtische und regionale Entscheidungen" abgestimmten übergeordneten Leitlinien der allgemeinen Verkehrs- und Regionalpolitik erfolgte. Es wurde eine ausgewogene Auswahl von städtischen, regionalen und gebietsverknüpfenden Maßnahmen getroffen, für die parteiübergreifend verkehrspolitischer Konsens besteht.

Verkehrsträgerübergreifende Verkehrsdatenzentralen

Als grundlegende Voraussetzung für intermodale Informationsdienste muß eine Verkehrsdatenzentrale geschaffen werden. Bei allen untersuchten Projekten werden verkehrsträgerübergreifend Daten in einer Zentrale zusammengeführt, aufbereitet und an die angeschlossenen Systeme weitergeleitet. Der Schwerpunkt im Projekt STORM lag bei der Erfassung und Aufbereitung von Daten des fließenden motorisierten Individualverkehrs, um damit eine dynamische Zielführung ermöglichen zu können. Der Schwerpunkt bei KVM/Munich COMFORT dagegen lag bei der Sammlung, Aufbereitung und Bereitstellung von dynamischen Daten zum öffentlichen Verkehr, um Informationen über aktuelle Betriebssituationen und Fahrplanlagen im ÖPNV geben zu können.

Bei der Realisierung der ÖPNV-Datenzentrale von KVM/Munich COMFORT erwies es sich als sehr schwierig, die verschiedenen öffentlichen Verkehrsunternehmen zu motivieren, ihre aktuellen Daten in einer gemeinsamen Datenzentrale zusammenzuführen. Nach der Integration der Daten der Buslinien und der Straßenbahnen sollen nach Projektende auch die Daten der U-Bahn in die ÖPNV-Datenzentrale aufgenommen werden. Die Daten der Fernzüge der Deutschen Bahn AG konnten bisher nicht integriert werden. Im Rahmen des Folgeprojekts TABASCO sollen die organisatorischen Voraussetzungen zur Integration dieser Daten geschaffen werden.

Auch bei STORM zeigten sich organisatorische Hemmnisse bei der Integration der ÖPNV-Daten. Da die Stuttgarter Straßenbahnen AG nicht bereit war, das ÖPNV-Datenmanagement an das STORM-Büro abzutreten, konnte bei STORM nur auf statische ÖPNV-Daten zurückgegriffen werden.

Die Verkehrsdatenzentralen haben ihre Einsatzfähigkeit grundsätzlich bewiesen. Bei der Datenerfassung des fließenden motorisierten Individualverkehrs war der Datenumfang jedoch noch zu gering, um zuverlässige Informationen geben zu können. Bei STORM wären der Anschluß von weiteren 100 Erfassungsstellen und weitere Daten von Fahrzeugen aus dem fließenden Verkehr notwendig gewesen, um eine verläßliche Zustandsanalyse und -prognose für das gesamte Stadtgebiet treffen zu können. Auch bei KVM/Munich COMFORT war eine ausreichende Datengrundlage nur im Bereich der im Untersuchungsgebiet installierten Anlagen vorhanden.

Die Pilotprojekte haben grundsätzlich gezeigt, daß eine Zusammenarbeit von staatlichen Einrichtungen

Tabelle V-2.1

Untersuchungsschwerpunkte der ausgewählten Pilotprojekte STORM, KVM und FRUIT

Untersuchungsschwerpunkte	*STORM*	*KVM*	*FRUIT*
– Verkehrsträger-übergreifende Verkehrsdatenzentrale	– Zentrale Datenbasis, Schwerpunkt auf Daten des Individualverkehrs	– Zentrale Datenbasis, Schwerpunkt auf Daten des öffentlichen Verkehrs	– Systementscheidung für eine zentrale Datenbasis
– Leit- und Navigationssysteme	– Schwerpunkt auf dynamischer Zielführung mit EURO-SCOUT	– Schwerpunkt auf der Integration von Informationen zum öffentlichen Verkehr in EURO-SCOUT	– Behandlung von EURO-SCOUT und SOCRATES
– Verkehrslageinformation (RDS/TMC)	– Aufbau einer manuellen Meldekette für RDS/TMC	– Testbetrieb für RDS/TMC mit automatischer Meldekette	– Behandlung von RDS/TMC
– Dynamische P+R-Information	– Untersuchungen an drei P+R-Anlagen mittlerer Kapazität	– Untersuchung an einer großen P+R-Anlage	– Keine Untersuchungen
– Wechselwegweisung	– Keine Untersuchungen	– Entwicklung und Test eines Programms zur Wechselwegweisung auf Zufahrtsstraßen zur Innenstadt	– Keine Untersuchungen
– ÖPNV	– Statische Fahrplanauskunft für ÖV und Kombination aus IV und ÖV – Dynamische Haltestelleninformation – Dynamische Anschlußsicherung	– Dynamische Fahrplanauskunft – Dynamische Haltestelleninformation – Dynamische Anschlußsicherung – Test eines Verfahrens zur verkehrsabhängigen LSA-Steuerung unter Berücksichtigung von Anforderungen durch mehrere ÖV-Fahrzeuge	– Fahrgastinformationssysteme – Leit- und Kontrollsysteme für den ÖPNV – Systeme zur Fahrgelderhebung – Kapazitäten des ÖPNV und deren Grenzen
– Güterverkehr	– Systementwicklung und Erprobung eines Flottenmanagement-Systems zur Durchführung von Mineralöltransporten	– Entwicklung von Vorschlägen zur effizienteren und umweltverträglicheren Abwicklung des Luftfrachtsammel- und -verteilverkehrs	– Behandlung von verschiedenen Maßnahmen zum Fracht- und Flottenmanagement

Quelle: ISV 1997b

und der Industrie im Rahmen regionaler Projekte erfolgreich sein kann. Die unterschiedliche Konzeption und die unterschiedlichen Dienste der drei betrachteten Pilotprojekte sind in Tabelle V-2.1 zusammengestellt.

2.2.2 Verkehrliche Wirkungen der in den Pilotprojekten untersuchten Telematik-Anwendungen

Zentrales Kriterium für die Beurteilung von Telematik-Anwendungen sind die durch ihren Einsatz entstehenden Veränderungen im Verkehrsverhalten und im Verkehrsgeschehen. Diese „verkehrliche Wirksamkeit" von Telematikdiensten wird im folgenden – im wesentlichen anhand der in den Pilotprojekten gewonnenen Erfahrungen – beschrieben. Da die untersuchten Pilotprojekte hauptsächlich auf den Nachweis der grundsätzlichen Machbarkeit und Anwendbarkeit der technischen Systeme ausgerichtet waren, liegen jedoch nur wenig belastbare quantitative Daten vor. Aus diesem Grunde kann teilweise nur eine qualitative Beschreibung der verkehrlichen Wirksamkeit erfolgen.

Systeme zur Information vor Fahrtantritt (pre-trip-info)

Sowohl in STORM wie auch in KVM/Munich COMFORT wurde die *elektronische Fahrplanauskunft* untersucht. Im Projekt STORM wurde eine elektronische Fahrplanauskunft (EFA) für Stuttgart entwickelt und über drei Medien (Infoterminals, T-Online und PC mit Modem) zur Verfügung gestellt. Über diese Fahrplanauskunft waren statische Fahrplandaten abrufbar. Zusätzlich wurde erstmals eine *kombinierte IV/ÖV-Wegeplanung* entwickelt, die Reiseinformationen über Routen mit dem Individualverkehr und/ oder dem öffentlichen Verkehr bereitstellt.

Ein Schwerpunkt von KVM/Munich COMFORT war der Aufbau einer dynamischen elektronischen Fahrplanauskunft. Diese dynamische elektronische Fahrplanauskunft kann über Datendienste oder öffentlich zugängliche Info-Terminals abgerufen werden.

Zur Analyse der *Systemakzeptanz und der verkehrstechnischen Wirkungen der elektronischen Fahrplanauskunft* wurden im Rahmen von STORM Befragungen durchgeführt. Die ÖPNV-Fahrplanauskunft an den *Infoterminals* wurde von 99 % der 190 befragten Nutzer als gut bis sehr gut bezeichnet. 8 % der Befragten gaben an, daß die Nutzung des Systems zu einer anderen Verkehrsmittelentscheidung führen werde. Bei einer nicht repräsentativen Umfrage von 45 Nutzern des *Informationssystems EFAwin über PC* gaben 17 % der Befragten die Absicht an, aufgrund der erhaltenen Informationen zum ÖV-Angebot „ganz sicher" einen Wechsel des Verkehrsmittels durchführen zu wollen. 35 % der Befragten könnten sich vorstellen, zumindest gelegentlich auf den ÖPNV umzusteigen. Bei einer Umfrage zur *Wegeplanung über T-Online* standen nur Ergebnisse von 35 Teilnehmern zur Verfügung. Die Daten besitzen jedoch, da der Versuch durch tagelange Systemausfälle stark beeinträchtigt wurde und die Erhebungsergebnisse z. T. unvollständig waren, nur geringe Aussagekraft. Darum wird hier nicht weiter darauf eingegangen.

Die im Rahmen von STORM getestete *kombinierte IV/ÖV-Wegeplanung* läßt, wie im Projektendbericht festgestellt wird, wegen der unbefriedigenden Systemzuverlässigkeit keine signifikanten Verhaltensänderungen erwarten. Auf der Basis der von den Testnutzern genannten Start- und Zielorte durchgeführte Abschätzungen zeigten, daß – vollständige Befolgung der Empfehlung zur Nutzung des öffentlichen Verkehrs vorausgesetzt – die IV-Fahrleistung innerhalb der betrachteten Gruppe im Durchschnitt um 76 % reduziert werden könnte. Der Anteil des IV an der Gesamtverkehrsleistung der Testgruppe würde dann etwa 20 % betragen, der ÖV-Anteil würde sich auf 72 % belaufen, 8 % entfielen auf vor- bzw. nachgelagerte Fußwege. Simulationsrechnungen ergaben, daß die angenommene Verlagerung zu einer Verlängerung der gesamten mittleren Wegstrecke der gebrochenen Verkehre um 17 % führen würde.

Bei KVM/Munich COMFORT wurden an dem Info-Terminal am Hauptbahnhof nach Installation des ersten Teils der dynamischen Information Interviews durchgeführt, die ergaben, daß 15 % der Befragten aufgrund der verbesserten Information noch öfter öffentliche Verkehrsmittel benutzen wollen.

Zur Bewertung dieser ermittelten Wirkungen muß zunächst auf die *Repräsentativität der Untersuchungen* eingegangen werden. Die Untersuchungen zur elektronischen Fahrplanauskunft und zur kombinierten IV/ÖV-Wegeplanung weisen keine ausreichend große Stichprobe auf, um statistisch abgesicherte Ergebnisse ableiten zu können. Zudem handelt es sich hier um Befragungen zum künftigen Mobilitätsverhalten und nicht um eine Untersuchung des tatsächlichen Verhaltens. Unter diesen Randbedingungen sind die in den Projekten STORM und KVM/Munich COMFORT ermittelten Umsteigepotentiale mit Vorsicht zu interpretieren. Auch erscheint die erreichbare Verbreitung von Systemen zur elektronischen Fahrplanauskunft, die von zu Hause aus benutzbar sind, aus heutiger Sicht begrenzt. Neben der Möglichkeit des Zugangs zu einem PC und zu Online-Diensten dürften die Telekommunikationskosten sowie der Zeitaufwand für die Recherche gegenwärtig limitierende Faktoren für eine breite Nutzung solcher Angebote sein.

Tendenziell gleiche Ergebnisse im Hinblick auf die verkehrliche Wirksamkeit von ÖV-pre-trip-Auskunftssystemen wurden im Rahmen *anderer europäischer Feldversuche* gewonnen. Die Nutzer gaben an, infolge der verbesserten Information den ÖV öfter als bisher nutzen zu wollen. Eine unmittelbare Verlagerung von Wegen auf den ÖV als Ergebnis der vermittelten Informationen konnte jedoch kaum oder gar nicht nachgewiesen werden. Insbesondere für Personen, die bislang nicht mit dem ÖV insgesamt oder dem konkreten ÖV-Angebot in der interessierenden Stadt vertraut sind, sowie für Behinderte und Ältere werden durch ein verbessertes Informationsangebot Reisebarrieren reduziert. Hiervon wird vor allem mittel- und langfristig eine stärkere ÖV-Nutzung durch diese Personengruppen erwartet. Inwieweit diese zu einer Erhöhung der Reisehäufigkeit oder zu einer tatsächlichen Verlagerung von Wegen führt, ist offen. Keiner der Feldversuche läßt quantifizierbare Rückschlüsse auf Veränderungen in der Verkehrsnachfrage oder auf die Reduktion von Staus oder Emissionen zu.

Informationssysteme, die eine grafische Darstellung der aktuellen Situation im Straßenverkehr realisieren, sind in Deutschland nicht getestet worden. Aus Feldversuchen in anderen Ländern ist bekannt, daß insbesondere bei Überlastungssituationen in Spitzenzeiten durch solche Systeme eine zeitliche Verlagerung der Fahrt, teilweise auch eine Änderung der Fahrtroute, bewirkt werden kann. Ein signifikanter Wechsel vom Pkw zu anderen Verkehrsträgern konnte jedoch nicht nachgewiesen werden.

Verkehrsinformation während der Fahrt (on-trip-info)

Verkehrslageinformationen (RDS/TMC)

RDS/TMC wurde in den Projekten von STORM und KVM/Munich COMFORT getestet. Bei STORM ging es in erster Linie um die Entwicklung technischer Sy-

stemkomponenten. Für den RDS/TMC-Feldversuch in STORM wurde eine *„manuelle" Meldekette* mit den herkömmlichen Verkehrsmeldungen aufgebaut und die Funktionsfähigkeit der Systemkomponenten nachgewiesen. Im Feldversuch von KVM/Munich COMFORT wurde eine *automatische Meldekette* von den Erfassungsstellen bis zur Landesmeldestelle aufgebaut und getestet. Erstmals wurden im Rahmen von KVM/Munich COMFORT auch städtische Verkehrsinformationen sowie P+R- und ÖPNV-Informationen in RDS/TMC integriert. Die technische Funktionsfähigkeit konnte in beiden Feldversuchen nachgewiesen werden.

Ein Vergleich von RDS/TMC mit dem konventionellen Verkehrsfunk ergab, daß mit RDS/TMC erhebliche geringere Verzögerungen bei der Übertragung von Verkehrsmeldungen zu den Fahrzeugführern als beim gesprochenen Verkehrsfunk erreichbar sind. In den Feldversuchen wurde gezeigt, daß die Routenwahl sowohl vor Fahrtantritt als auch während der Fahrt durch RDS/TMC-Meldungen beeinflußt wird, auch Reisezeitvorteile konnten qualitativ nachgewiesen werden. Informationen zur Verkehrslage im Straßenverkehr über RDS/TMC allein führten nicht zu einer signifikanten Verlagerung auf andere Verkehrsträger. Erst durch Zusatzinformationen zum öffentlichen Verkehr, wie sie bei KVM/Munich COMFORT realisiert wurden, können Verlagerungen auf öffentliche Verkehrsmittel erreicht werden. Die bedeutendste Einsatzmöglichkeit von RDS/TMC in Ballungsräumen bietet sich nach der Machbarkeitsstudie FRUIT bei Sonderveranstaltungen.

Dynamische Parkleitsysteme

Sowohl in STORM als auch in KVM/Munich COMFORT wurden dynamische P+R-Informationen in Feldversuchen getestet. Die technische Einsatzreife der dynamischen P+R-Informationssysteme konnte bei STORM und KVM/Munich COMFORT nachgewiesen werden. Alle Anlagen sind weiterhin in Betrieb.

Für das Projekt STORM wurden drei P+R-Anlagen mit Kapazitäten zwischen 300 und 700 Pkw-Stellplätzen mit einer vorgeschalteten Informationskette aus Infotafeln und Wechselwegweisern ausgestattet. Über diese Informationskette können die Anzahl der augenblicklich freien Parkstände der P+R-Anlage, der aktuelle Takt der jeweiligen ÖPNV-Verkehrsmittel, Informationen über den Verkehrszustand der Zufahrt zur Innenstadt und über die aktuelle Parkhausbelegung im Stadtzentrum dynamisch angezeigt werden. Für das Projekt KVM/Munich COMFORT wurden vor der P+R-Anlage Fröttmaning (Kapazität von 1 270 Pkw- und 80 Busstellplätzen) drei frei programmierbare Anzeigetafeln auf Schilderbrücken installiert. Angezeigt werden Informationen über die Anzahl der freien Stellplätze und den augenblicklichen Takt der U-Bahn sowie Informationen über Großveranstaltungen. Zusätzlich können Informationen über den Verkehrszustand auf der Autobahn Ingolstadt-München (A9) und dem angrenzenden öffentlichen Straßennetz gegeben werden. Hinweise auf die aktuelle Belegung der Parkhäuser in der Münchner Innenstadt werden nicht gegeben, weil man sich in München aus verkehrspolitischen Gründen gegen ein Parkleitsystem ausgesprochen hat.

Bei Befragungen der Nutzer der drei im Rahmen des Projekts STORM mit dynamischen P+R-Informationssystemen ausgestatteten P+R-Anlagen gaben zwischen 9 und 21 % (abhängig von der Anlage) der Befragten an, allein durch die dynamischen Informationstafeln auf die Parkplätze aufmerksam gemacht worden zu sein. Bei einer Befragung im Rahmen von KVM/Munich COMFORT an einem normalen Werktag gaben 17 % der Befragten an, direkt durch das Informationssystem in ihrer Entscheidung, die P+R-Anlage Fröttmaning zu nutzen, beeinflußt worden zu sein. Dynamische Informationsbereitstellung ergab für die gleiche Anlage bei Großveranstaltungen Werte für die zusätzliche Nutzung von bis zu 50 %. Durch die Nutzung dieser Anlage können damit an einem Werktag bis zu 4.200 Pkw-km eingespart werden, dies ergibt eine geringfügige Entlastung des Staßenverkehrsnetzes.

Bezüglich der Wirkungen von Parkinformations- und -leitsystemen wurden in den *europäischen Feldversuchen* unterschiedliche Erfahrungen gesammelt. Einerseits kann durch solche Systeme der Parksuchverkehr vor allem in den Innenstädten merklich reduziert werden, die Systeme können jedoch auch eine Steigerung des Verkehrsaufkommens durch die höhere Auslastung der Parkstandskapazitäten bewirken. Es ist zu befürchten, daß insbesondere innenstadtnahe Anlagen ohne zusätzliche lenkende Maßnahmen (z. B. Bewirtschaftung) mehr Fahrzeugkilometer im motorisierten Individualverkehr erzeugen, da die Autofahrer hoffen, daß sie mit Hilfe der Systeme einen günstigen Parkplatz finden. Bei der Beurteilung der Wirksamkeit von P+R-Anlagen ist zu berücksichtigen, daß erfahrungsgemäß nur etwa die Hälfte der P+R-Kunden vorher die gesamte Fahrt mit dem Auto gemacht hat. Ein Teil hat vorher den gesamten Weg im ÖV zurückgelegt und nutzt nun für einen Teil seines Weges wieder den Pkw, ein anderer Teil hat den Ort des Übergangs zum ÖV verlegt.

Wechselwegweisung

Die Wirksamkeit der Wechselwegweisung auf Autobahnen wurde im Projekt KVM/Munich COMFORT untersucht. Für die Steuerung der Wechselwegweisung wurden Verkehrsdatenerfassungseinrichtungen im maßgeblichen städtischen Bereich installiert und das Rechenprogramm AIDA+ zur automatischen Analyse der Verkehrssituation entwickelt. Mit Hilfe von AIDA+ kann eine Alternativroutensteuerung über ein städtisches Teilnetz vorgenommen werden. Ferner wurde untersucht, bei welchen Verkehrszuständen die Wechselwegweisungsanlage bei schwerwiegenden Störungen oder Stauungen auf der Autobahn Ingolstadt-München (A9) eine Umleitungsempfehlung über Alternativrouten geben soll. Hierzu wurde das Rechenprogramm VARIA entwickelt.

Simulationsrechnungen mit den Rechenprogrammen AIDA+ und VARIA zum Verkehrsmanagement bei Verkehrsstaus auf der Autobahn A9 ergeben erhebliche Reduktionseffekte bei Emissionen, Betriebskosten und Zeitbedarf. So wurden bei konkreten Simu-

lationen Reduktionen der Gesamtreisezeit um 6 % errechnet. Mit der Wechselwegweisung kann jedoch keine Verlagerung des Straßenverkehrs auf andere Verkehrsmittel erreicht werden. Die Auswirkungen auf die Fahrleistungen sind situationsabhängig und damit nicht eindeutig zu beurteilen.

Individuelle Informations- und Leitsysteme für den Straßenverkehr

Bei STORM lag der Schwerpunkt der Informations- und Leitsysteme auf der dynamischen Zielführung für den motorisierten Individualverkehr. Mit Hilfe von Daten über die aktuelle Verkehrslage konnte die zeitgünstigste Route gewählt werden. Die Technikerprobung von Leit- und Navigationssystemen in KVM/Munich COMFORT konzentrierte sich auf die Integration von Informationen zum öffentlichen Verkehr, um Park-and-Ride-Empfehlungen geben zu können.

Eine Erhebung der empfohlenen und gefahrenen Routen in STORM war „aus technischen und organisatorischen Gründen" nicht möglich. Aus diesem Grunde mußte für die Auswertung auf einen Vergleich von vorher erhobenen „Normalrouten" mit den laut Fahrtenbüchern veränderten Routen infolge der Empfehlungen des Individuellen Leitsystems zurückgegriffen werden. Dabei konnte ein durchschnittlicher Reisezeitgewinn von 30 % ermittelt werden. Im Rahmen von STORM durchgeführte Simulationsrechnungen bei unterschiedlichen angenommenen Austattungsraten weisen Reisezeitgewinne für Fahrzeuge mit individuellem Leitsystem von etwa 15 % im Durchschnitt, von bis zu 30 % in Normalsituationen und von bis zu 45 % bei Störungsfällen auf. Zudem wurden auch Reisezeitgewinne bei nicht ausgestatteten Fahrzeugen ermittelt, die sich mit wachsender Ausstattungsquote an die Reisezeitgewinne der Fahrzeuge mit Leitsystem angleichen. Für alle Fahrzeuge konnte für eine Morgenspitze bei angenommenen Ausstattungsquoten zwischen 1 und 50 % ein Reisezeitgewinn von bis zu 13 % ermittelt werden. Die Reisezeitgewinne bedeuten eine Komfortsteigerung bei der Pkw-Nutzung. Die alleinige Nutzung eines individuellen dynamischen Zielführungssystems führt somit zwar zu einer Durchsatzsteigerung im Straßennetz, eine Reduktion der Pkw-Fahrleistung oder eine signifikante Verlagerung auf andere Verkehrsmittel ist jedoch nicht nachweisbar. Erst mit zusätzlichen Informationen über die alternativ mögliche Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel könnte eine Verlagerung auf den öffentlichen Verkehr erreicht werden. Im Rahmen von KVM/Munich COMFORT wurde hierzu ein Feldversuch mit 33 Teilnehmern und 10 Fahrzeugen, die mit EURO-SCOUT-Geräten ausgestattet waren, durchgeführt. Die Befragung dieser Teilnehmer ergab jedoch keine belastbaren Aussagen über Veränderungen in der Verkehrsmittelwahl oder der Länge des tatsächlich zurückgelegten Weges.

Aus den Ergebnissen der hier näher vorgestellten Untersuchungen lassen sich zusammen mit den Ergebnissen weiterer Feldversuche, die jedoch ebenfalls über keine größeren Stichproben (mehr als 100 Teilnehmer) verfügten, einige Trends bezüglich der verkehrlichen Wirkungen individueller Informations- und Leitsysteme ableiten:

- Die Systeme führen zu einer Reisezeitverkürzung für die Benutzer, die vor allem dann erheblich sein kann, wenn unfallbedingte Staus umgangen werden.
- Über Veränderungen der Länge des zurückgelegten Weges liegen keine Daten vor.
- Empirisch ungeklärt ist, ob und in welchem Umfang der durch die Telematik informierte und unterstützte Autofahrer auch bereit ist, auf die Nutzung des Pkw zu verzichten.
- Die Verfügbarkeit solcher Systeme ändert das Verkehrsverhalten, sie führt zu einer Steigerung der Verkehrsnachfrage im Straßenverkehr. Diese These wird gestützt durch Ergebnisse des EU-Projektes EDDIT (Elderly and Disabled Drivers and Information Telematics). Im Rahmen der dort durchgeführten Untersuchungen gaben 40 % der befragten „älteren Fahrer" an, mit solchen Systemen mehr Fahrten zu unbekannten Zielen unternehmen zu wollen. 9 % der Befragten gaben an, daß sie mit solchen Systemen insgesamt häufiger Fahrten unternehmen würden (EU 1997).

Reisendeninformationssysteme für den öffentlichen Verkehr

Reisendeninformationssysteme für den öffentlichen Verkehr sind sowohl in STORM als auch in KVM/Munich COMFORT getestet worden. In den Stuttgarter U-Bahnen wurden Zugzielanzeiger dynamisiert, d. h. neben dem Ziel des Zuges wird auch die Dauer bis zu seiner Ankunft angezeigt. Daneben wurden an zentralen Knotenpunkten sowie an Autobahnraststätten Infosäulen bzw. Info-Terminals aufgestellt, an denen ÖV-Fahrplanauskunft, IV-Wegeplanung und kombinierte IV/ÖV-Wegeplanung möglich waren. Diese Systeme gestatten eine Information vor allem der ÖV-Nutzer auch während der Reise, beispielsweise an Umsteigepunkten oder bei Veränderungen des Fahrtziels oder der Fahrtzeit.

Aufgrund der guten Erfahrungen mit dem System der dynamischen Fahrgastinformation plant das Stuttgarter Nahverkehrsunternehmen SSB, weitere Haltestellen mit einer solchen Fahrgastinformation auszurüsten. Dabei soll diese – neben weiteren U-Bahn-Stationen – auch an Bushaltestellen installiert werden.

Dynamische Fahrgastinformationen haben wichtige psychologische Wirkungen: Untersuchungen in Amsterdam haben gezeigt, daß beim Einsatz solcher Systeme die subjektiv empfundene Länge der Wartezeit abnimmt und die Fahrgäste gefühlsmäßig den Eindruck einer höheren Pünktlichkeit gewinnen. Auch im Rahmen von EU-Projekten konnte festgestellt werden, daß solche Systeme Unannehmlichkeiten reduzieren und den Fahrgästen eine höhere Flexibilität durch die Möglichkeiten geben, gegebenenfalls rechtzeitig Alternativen zu nutzen. Zudem verbessern sie das Ansehen der Verkehrsunternehmen. Die Nutzer gaben an, infolge der verbesserten Information den ÖV öfter als bisher nutzen zu wollen, die ge-

gebenen Informationen führten jedoch kaum oder gar nicht zu einer unmittelbaren Verlagerung von Wegen auf den ÖV. Meßbare Steigerungen der ÖV-Nutzung konnten nicht gezeigt werden. Mittelfristig werden jedoch Verlagerungswirkungen auf den ÖV vor allem infolge des besseren Images erwartet.

Dynamische Anschlußsicherung für den öffentlichen Verkehr

Im Rahmen von STORM wurde eine dynamische Anschlußsicherung untersucht. Nach Einführung des Systems konnten drei von insgesamt fünf gefährdeten Anschlüssen gesichert werden. Bei den verpaßten Anschlüssen warteten die Fahrer nicht, obwohl dies nach Fahrplan und Vorgabe möglich gewesen wäre. In einer Benutzerbefragung verbesserte sich die Bewertung der Anschlußqualität als „gut" von 31 % vor der Installation auf 64 % nach der Installation. Dies könne, so die Autoren des STORM-Abschlußberichtes, nicht nur auf die Wartezeitreduktion zurückgeführt werden, sondern berücksichtige auch eine Einstellungsänderung, die alleine auf der Existenz des Anschlußinformationssystems beruhe. Mit der dynamischen Anschlußsicherung kann insbesondere die Zuverlässigkeit des öffentlichen Verkehrssystems verbessert werden. Der daraus resultierende Attraktivitätsgewinn kann einen Beitrag zur Entlastung des Straßenverkehrsnetzes und zur Verlagerung auf öffentliche Verkehrsmittel leisten.

Ergebnisse von Szenarien-Rechnungen

Im Rahmen der Pilotprojekte STORM und KVM/Munich COMFORT wurden Szenarien erarbeitet, die die Wirksamkeit der Verkehrsinformations- und Leitsysteme bei Geräte-Ausstattungsraten, die nach Einführung und Etablierung am Markt zu erwarten sind, auf das Verkehrsgeschehen der jeweiligen Regionen untersuchen. Über Modellrechnungen, Potentialabschätzungen und Annahmen, die sich auf Wirkungsbetrachtungen der Teilprojekte abstützen, werden wahrscheinliche Reaktionen im Mobilitätsverhalten infolge des Informationsangebots quantifiziert. Da die Datengrundlage bei den Wirkungsbetrachtungen der Teilprojekte nicht ausreichend war, können die Modellrechnungen, die sich auf die Ergebnisse der Teilprojekte stützten, nur Abschätzungen liefern.

Die Untersuchungen des STORM-Szenarios ergaben eine Verlagerung von Fahrten des Individualverkehrs auf den öffentlichen Verkehr, eine Verbesserung der Routenwahl durch aktuelle Verkehrsinformationen und eine Verringerung schwerer Unfallfolgen durch das Notrufsystem. Die Verlagerung von Fahrten des Individualverkehrs auf den öffentlichen Verkehr in Höhe von 22,8 Mio. Personenfahrten pro Jahr wird fast ausschließlich durch die Informationssysteme vor Fahrtantritt erreicht. Der genannte Wert bedeutet, daß 1,4 % der Fahrten des Individualverkehrs auf den öffentlichen Verkehr verlagert werden können bzw. der öffentliche Verkehr 6,5 % mehr Personenfahrten bewältigen muß. Die Berechnung des Verlagerungspotentials baut dabei auf einer nicht repräsentativen Umfrage von 45 Nutzern des Informationssystems EFAwin auf. Hierbei wurden nicht tatsächliche Verhaltensänderungen betrachtet, sondern nur mögliche Verhaltensänderungen in Form von Absichtserklärungen. Im STORM-Szenario sind also sehr optimistische verkehrliche Wirkungen zugrundegelegt worden.

Im Rahmen der Szenariountersuchungen wurden auch Kosten-Nutzen-Untersuchungen nach dem standardisierten Bewertungsverfahren durchgeführt. Die Methodik dieser Rechnungen wird sowohl von wissenschaftlicher wie auch von politischer Seite kritisiert, da äußerst unterschiedliche Aspekte wie Betriebskosten, Verkehrssicherheit, Zeitersparnis und Umweltkosten monetär miteinander in Beziehung gebracht werden. Neben der grundsätzlichen Problematik, unterschiedliche Aspekte als Kosten oder Nutzen monetär zusammenzufassen, bezieht sich die Kritik auch auf die praktische Durchführung, wie z. B. die hohe Gewichtung der Zeitersparnisse, die sich aus Straßenbaumaßnahmen ergeben. Auf die absolut unzureichende Einbeziehung von Umweltauswirkungen wird vom Umweltrat hingewiesen (SRU 1994).

Für das STORM-Szenario wurden nach diesem Verfahren Nutzen in Höhe von 331 Mio. DM/a und Kosten von 155 Mio. DM/a errechnet. Daraus leitet sich ein Nutzenüberschuß von 176 Mio. DM/a ab. Zu beachten ist hierbei, daß Investitions- und Betriebskosten überwiegend für die Informationssysteme während der Fahrt anfallen.

Aufbauend auf die im STORM-Projekt gewonnenen Erkenntnisse wird im KVM/Munich COMFORT Szenario 2000 angenommen, daß bei einer Ausstattungsquote von 40 % aller Verkehrsteilnehmer mit dynamischen Verkehrsinformationssystemen ca. 50000 Fahrten/a, die bislang im Individualbereich durchgeführt wurden, auf den ÖPNV verlagert werden können. Die Berechnung des Verlagerungspotentials baut dabei ebenfalls auf der in STORM durchgeführten nicht repräsentativen Umfrage von 45 Nutzern des Informationssystems EFAwin auf.

Im KVM/Munich COMFORT-Szenario 2000 wurden wiederum entsprechend der bereits genannten Methodik des „standardisierten Bewertungsverfahrens" Nutzen in Höhe von 42,8 Mio. DM/a und Kosten von 7,9 Mio. DM/a errechnet. Daraus resultiert ein Nutzenüberschuß von 35 Mio. DM/a. Ausschlaggebend für den Nutzenüberschuß sind die Wirkungen der dynamischen Verkehrsinformationssysteme, die Jahreskosten von 3,5 Mio. DM/a gegenüber Jahresnutzen von 36 Mio. DM/a aufweisen. Bei den Kosten für das dynamische Informationssystem wird davon ausgegangen, daß die erforderliche Hardware bereits vorhanden ist und der einzelne Haushalt nur noch mit den Programmkosten von einmalig 30 DM belastet wird; darin sind jedoch nicht die anfallenden erheblichen Betriebskosten für die Nutzung der Informationsdienste enthalten.

Bei der Beurteilung der in FRUIT untersuchten Maßnahmen schneiden die „Kraftfahrerinformationssysteme" (RDS/TMC, EURO-SCOUT, SOCRATES) im Vergleich zu den anderen Maßnahmen am schlechtesten ab. Positive Ergebnisse erlangen bei der Expertenbewertung die Maßnahmen „Zufahrtbeschrän-

kung im Bereich der Innenstadt", „Beschleunigung des gesamten oberirdischen ÖPNV und Einführung des RBL", „Beschleunigung der Buslinien aus dem Umland im Stadtgebiet von Frankfurt" und „Erweiterung des Parkleitsystems auf P+R-Möglichkeiten".

Mit nachstehender Tabelle V-2.2 soll ein Überblick über die Gesamtbewertung von der Verbesserung der Verkehrsinformation dienenden Telematiktechniken und -diensten gegeben werden. Dabei ist zu beachten, daß wegen der starken Technikorientie-

Tabelle V-2.2

Telematikdienste zur Verbesserung der Verkehrsinformation – erwartete Wirkungen und Lösungsbeiträge

Anwendung	*Wirkungen*	*Lösungsbeiträge*			*Kosten*	*Hemmnisse*	*Einsatzreife*
		zur zeitlichen und räumlichen Verlagerung im Straßennetz	zur Netzentlasung (Fahrleistungsreduktion)	zur Verlagerung auf andere Verkehrsträger			
Informationen vor der Fahrt (pre-trip-Info)	Verbesserung der Kenntnisse über das Verkehrsangebot im IV und ÖV sowie die aktuelle Verkehrssituation	kann Beitrag leisten	kann Beitrag leisten	kann Beitrag leisten	gering	gering (außer kombinierte IV/ÖV-Planung)	Endgeräte serienreif, Datengrundlage noch nicht umfassend
Verkehrslage-Informationen während der Pkw-Fahrt	Komfortsteigerung, evtl. Zeitvorteil	kann Beitrag leisten	gering, kann aber u. U. fahrleistungserhöhend wirken	kann Beitrag leisten	mittel	gering	Endgeräte serienreif, Datengrundlage noch nicht umfassend
Wechselwegweisung	Ausgleich von Belastungen durch Alternativroutenempfehlungen	leistet Beitrag (v. a. räumlich)	keinen, kann aber u. U. fahrleistungserhöhend wirken	keine	mittel	gering	findet bereits breite Anwendung
Parkinformations- und -leitsysteme	Reduktion des Parksuchverkehrs, Veränderungen im Pendler-Verhalten	kann Beitrag leisten	kann Beitrag leisten, aber auch fahrleistungserhöhend wirken	kann (bei Überlastung des Parkraumes) Beitrag leisten	mittel	gering	findet bereits breite Anwendung
Dynamische individuelle Zielführung im IV	Komfortsteigerung und evtl. Zeitvorteil	kann Beitrag leisten	kann Beitrag leisten (Optimierung, Wegfall von Suchfahrten), aber auch induzierend und fahrleistungserhöhend wirken	kann Beitrag leisten (bei überlasteter Straße)	hoch	wesentliche (Datenlage, Kosten, Akzeptanz)	Endgeräte serienreif, Leitzentralen noch nicht leistungsfähig, Datengrundlage noch nicht umfassend
Reisenden-Informationen während der ÖV-Fahrt	Komfortsteigerung	keine	kaum (mittelbar)	kaum (mittelbar durch Attraktivitätssteigerung)	mittel	gering	Techniken z. T bereits in der Praxis, z. T noch in der Entwicklung
Dynamische Anschlußsicherung im ÖV	Steigerung der Zuverlässigkeit im ÖV	keine	kaum (mittelbar)	kann Beitrag leisten (mittelbar durch Attraktivitätssteigerung	mittel	mittel (Kosten, Akzeptanz	prinzipiell verfügbar

Quelle: TAB 1998

rung (und der geringen Wirkungsorientierung) der durchgeführten Feldversuche und aufgrund der teilweise nur bedingt belastbaren empirischen Basis die Aussagen nur Tendenzen aufzeigen können.

2.3 Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Ergebnisse der Auswertungen von Pilotprojekten zum Einsatz von IuK-Techniken

Trotz erheblicher Einschränkungen bezüglich der Repräsentativität der gewonnenen Daten gestatten die in dieser Studie zusammengestellten Erfahrungen mit dem Einsatz von IuK-Techniken aus den Pilotprojekten in deutschen Städten erste Aussagen zur *technischen Einsatzbereitschaft* dieser Systeme, zu ihrer *Wirksamkeit* im Hinblick auf die Entlastung des Verkehrsnetzes und die Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger sowie zu *geeigneten Organisationsformen* des Einsatzes der neuen Techniken. Praktische Erfahrungen konnten dabei vor allem aus den Projekten STORM in Stuttgart und KVM/Munich Comfort in München, aber auch aus anderen nationalen und europäischen Pilotprojekten gewonnen werden. Die Machbarkeitsstudie FRUIT in Frankfurt erbrachte darüber hinaus Hinweise zur Ausgestaltung einer verkehrsträgerübergreifenden Organisation von Telematikdiensten im Rahmen der kommunalen und regionalen Verkehrsplanung. Sowohl STORM als auch KVM/Munich Comfort bestätigen die weitgehende technische Einsatzbereitschaft der Systeme. Auch wenn keine formale projektübergreifende Koordinierung der Pilotprojekte stattfand, so kann doch von einem Erfahrungsaustausch zwischen den im Rahmen der Pilotprojekte durchgeführten Feldversuchen ausgegangen werden. Die gewonnenen Erfahrungen kamen insbesondere dem Projekt KVM/Munich Comfort zugute. Dies betrifft sowohl die Erfahrungen des technikorientierten Projektes STORM als auch die theoretischen Überlegungen zur Organisation von IuK-Techniken im Rahmen der kommunalen und regionalen Verkehrsplanung in FRUIT.

Eine Abschätzung zur *Verlagerung von Fahrten des motorisierten Individualverkehrs auf den öffentlichen Verkehr* aufgrund des Einsatzes von Telematikdiensten, die im Rahmen von Szenarienuntersuchungen im Projekt STORM durchgeführt wurde, ergab sehr geringe Verlagerungswerte von unter 2 %. Dieses Ergebnis wurde auf der Basis einer nicht repräsentativen Nutzerbefragung gewonnen. Vergleichbare Analysen, die im Rahmen anderer Forschungsprojekte durchgeführt wurden, kommen zu Werten in ähnlicher Höhe. Auch dort wurden Verlagerungswerte von wenigen Prozent ermittelt. Es ist zu vermuten, daß auch bei Berücksichtigung von Synergieeffekten infolge der Umsetzung weiterer Maßnahmen, wie verstärkter Ausgabe von Jobtickets zusammen mit verstärkter Aufklärung, eine *ausschließlich auf verbesserte Informationsbereitstellung gegründete Strategie keinen Verlagerungswert erreichen kann, der angesichts der anhaltend hohen Zuwachsraten des motorisierten Individualverkehrs für einen umweltverträglicheren Verkehr ausreichend ist.*

Bedeutender als die Verlagerung von Straßenverkehr auf öffentliche Verkehrsträger ist der *Beitrag von Telematikdiensten zur Verflüssigung des Verkehrs* und damit zur *Entlastung des Straßennetzes*. Dies drückt sich z. B. in den im Rahmen der Pilotprojekte empirisch erhobenen oder durch Simulationsrechnungen ermittelten Daten zu *Reisezeitgewinnen* deutlich aus. So ergaben im Projekt STORM durchgeführte Simulationsrechnungen bei unterschiedlichen angenommenen Austattungsraten Reisezeitgewinne für Fahrzeuge mit individuellen dynamischen Zielführungssystemen von etwa 15 % im Durchschnitt, von bis zu 30 % in Normalsituationen und von bis zu 45 % bei Störungsfällen. Zudem wurden auch Reisezeitgewinne bei nicht mit Zielführungssystemen ausgestatteten Fahrzeugen ermittelt, die sich mit wachsender Ausstattungsquote der Gesamtfahrzeugflotte an die Reisezeitgewinne der Fahrzeuge mit Zielführungssystemen angleichen. Für alle Fahrzeuge konnte für eine simulierte Morgenspitze bei angenommenen Ausstattungsquoten zwischen 1 und 50 % ein Reisezeitgewinn von bis zu 13 % ermittelt werden. Die Nutzung von individuellen dynamischen Zielführungssystemen führt somit zu einer Durchsatzsteigerung im Straßennetz. Der Telematik-Einsatz führt hier primär zu einer *Kappung von Spitzenbelastungen*, vor allem durch *zeitliche und räumliche Verlagerung von Fahrten*. Auswirkungen auf die Fahrleistungen lassen sich nur schwer quantifizieren. Fahrleistungsreduktionen erscheinen denkbar, sie dürften aber – bezogen auf den gesamten Straßenverkehr – wenige Prozent betragen.

Aus der unterschiedlichen technischen und organisatorischen Gestaltung der Projekte lassen sich *Erkenntnisse für zukünftige Anforderungen an den Einsatz von IuK-Techniken* ableiten. Das von der Industrie initiierte und auch wesentlich finanzierte Projekt STORM diente vorrangig der Erprobung neuer Techniken. Sowohl die Projektleitung als auch die gesamte Organisationsstruktur von STORM waren durch diese technologieorientierte Ausrichtung bestimmt. Im konkreten Projektablauf konnten jedoch auch positive Erfahrungen bei der Zusammenarbeit zwischen staatlichen und privaten Partnern gemacht werden. Beim Projekt KVM/Munich Comfort dagegen wurde unter Leitung staatlicher Institutionen eine Managementform entwickelt, deren dreistufige Organisationsstruktur mit Aufsichtsgremium, Leitungsgruppe und Arbeitsgruppen staatliche, industrielle und beratende Partner in den Entscheidungsprozeß einbezog. Diese Organisationsfom stellte sicher, daß die Projektausrichtung an die Umsetzung verkehrspolitischer Vorgaben gebunden war. Dies wurde insbesondere durch das Aufsichtsgremium sichergestellt, das in regelmäßigen Abstimmungen unter der Geschäftsführung des Kreisverwaltungsreferats als verantwortlicher Verkehrsbehörde die wesentlichen Inhalte der Projektarbeit festlegte. Beachtenswert ist dabei die gute Zusammenarbeit der unterschiedlichen Gebietskörperschaften trotz deren unterschiedlicher parteipolitischer Ausrichtung. Das Organisationsmodell von KVM kann in dieser Beziehung als gelungenes Beispiel für die bei Telematikdiensten häufig geforderte „Public-Private-Partnership" (PPP) angesehen werden. Bei KVM liegen ähn-

liche Voraussetzungen vor wie bei erfolgreichen US-amerikanischen PPPs, in denen diese Kooperationen bereits seit längerem praktiziert werden. Auch dort beruht der Erfolg auf der gründlichen Abstimmung aller Beteiligten, der klaren Zielformulierung durch staatliche Institutionen und der Umsetzung der Vorgaben durch zumeist Private, wobei die Überwachung und Kontrolle der Umsetzung wiederum als staatliche Aufgabe angesehen wird.

Vertiefende Untersuchungen sozialer, wirtschaftlicher und ökologischer Folgen des Einsatzes von Telematikdiensten liegen bisher nicht vor. Auch hier besteht noch *erheblicher Untersuchungsbedarf bei zukünftigen Projekten.* Dabei sollten insbesondere die folgenden Fragen untersucht werden:

- Eventuelle Veränderungen des großräumigen Verkehrsgeschehens als Reaktion auf die Maßnahmen im Innenstadtbereich eines Ballungsraumes.
- Veränderungen in der Zielwahl, insbesondere im Einkaufs- und Freizeitverhalten der Nutzer von Telematikdiensten, und die daraus folgenden wirtschaftlichen Auswirkungen für die Unternehmen, vor allem in den Innenstadtbereichen.
- Auswirkungen einer sich aus der unterschiedlichen Ausrüstung mit Informationssystemen ergebenden sozialen Differenzierung.
- Folgen für die betroffenen Kommunen, die sich aus der Tatsache ergeben, daß das Verkehrsgeschehen in den Kommunen bei Einsatz von mobilfunkbasierten Informationssystemen mit dem klassischen rechtlichen Instrumentarium nur noch begrenzt kontrollierbar sein wird.

Grundsätzliche Schlußfolgerungen

IuK-Techniken gestatten, *Verkehrsmanagementstrategien* zu realisieren, die sich ganz neuer technischer Möglichkeiten bedienen. Damit ergeben sich auch neue Möglichkeiten zur Erreichung der in dieser Studie im Mittelpunkt stehenden Ziele der Entlastung des Verkehrsnetzes und der Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger.

Auch in den grundsätzlichen verkehrspolitischen Äußerungen der Bundesregierung, wie im Strategiepapier „Telematik und Verkehr", wird, wie bereits erwähnt, die Rolle dieser neuen Technik als *zukunftsweisender Problemlöser zur Umsetzung der verkehrspolitischen Zielvorstellungen* hervorgehoben. Zur Unterstützung der schwierigen Abstimmungsprozesse zwischen öffentlichen und privaten Institutionen bei dem Aufbau und der Organisation von Telematikdiensten wurde im Jahre 1995 das *Wirtschaftsforum Verkehrstelematik* eingerichtet, dem Vertreter der Gebietskörperschaften, der Industrie und der öffentlichen Verkehrsträger angehören.

Die *Umsetzungsmöglichkeiten von Verkehrsmanagementstrategien* sind eng mit deren beabsichtigter Lenkungsintensität gekoppelt. Während allein informationsorientierte Strategien als weitgehend politisch durchsetzbar anzusehen sind, ist die *Durchsetzbarkeit von Systemen mit Eingriffsabsichten zu Lenkungszwecken als erheblich schwieriger einzuschätzen.* Untersuchungen, die zur Einschätzung gelangen, daß sich die vorfindbaren Interessenstrukturen und die institutionellen Bedingungen des bundesdeutschen kooperativen Föderalismus zusammen mit den stark zersplitterten Zuständigkeiten mindernd auf die Problemlösungskapazität von Verkehrstelematik-Systemen auswirken (Denkhaus 1995), verkennen jedoch die dem Bundesgesetzgeber im Rahmen der „ausschließlichen" und der „konkurrierenden" Gesetzgebung sowie mit dem Erlaß von „Rahmenvorschriften" gegebenen Möglichkeiten. Weiterhin berücksichtigt diese Einschätzung nicht die Vielzahl von Abstimmungsprozessen, wie z. B. die regelmäßigen Treffen der Länderressortminister mit dem zuständigen Bundesminister. Diese Ministertreffen werden von systematischer Arbeitsgruppenarbeit vorbereitet bzw. begleitet. Zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang der im Bericht zum Stand der Umsetzung des Strategiepapiers „Telematik und Verkehr" dargelegte Wunsch der Länder, daß der Bund eine koordinierende Funktion bei der Einführung der Verkehrstelematik übernehmen solle.

Einen *Schwerpunkt des Entwicklungsinteresses der Industrie* bildet der Einsatz *individueller Zielführungssysteme* für den motorisierten Straßenverkehr. In die Entwicklung solcher Systeme flossen bzw. fließen erhebliche private und, vor allem von EU-Institutionen, auch öffentliche Forschungsmittel. Es zeichnet sich ab, daß in diesem Bereich ein neuer Markt entsteht. Weiterhin ist zu erwarten, daß der Wettbewerb der Systeme zu geeigneten technischen Lösungen führen wird. Staatliche Aktivitäten werden sich zunächst auf die Rahmenbedingungen der Systemeinführung und -anwendung konzentrieren können. Neben der Reduktion unerwünschter verkehrlicher Wirkungen betrifft dies u. a. auch Fragen der staatlichen Einflußmöglichkeiten auf privatwirtschaftliche Diensteanbieter im Hinblick auf die Wahrnehmung hoheitlicher Aufgaben, die Wahrung der Interessen staatlicher, v.a. kommunaler Verkehrspolitik sowie Standardisierungserfordernisse und die Gewährleistung der europaweiten Interoperabilität.

Die politisch angestrebte möglichst weitgehende Dienstleistungsfreiheit privatwirtschaftlicher Telematikdienste im Bereich individueller Zielführungssysteme kann jedoch die *verkehrspolitischen Konzeptionen der Gebietskörperschaften* erheblich tangieren. Der erwartete Einsatz derartiger Systeme auch in Ballungsräumen ließ Befürchtungen laut werden, daß durch die Leitempfehlungen Verkehr nicht nur auf dem Vorrangstraßennetz geführt, sondern auch durch verkehrsberuhigte Wohngebiete geleitet wird. Dies würde die verkehrspolitischen Ziele vieler Kommunen in erheblichem Umfang berühren bzw. konterkarieren.

Auch die kommunalen Spitzenverbände weisen auf den zunehmenden *Zielkonflikt zwischen kommunalen Verkehrsplanungskonzepten und den erwarteten Auswirkungen der breiten Nutzung individueller dynamischer Zielführungssysteme* hin. Bei den ursprünglich von der Industrie verfolgten bakengestützten Systemen waren die potentiellen Diensteanbieter auf die Nutzung städtischer Infrastruktur angewiesen. Dadurch besaßen die Kommunen erhebliche Einflußmöglichkeiten, insbesondere auch

was die Gestaltung der Leitempfehlungen betrifft. Bei den mobilfunkbasierten Systemen ist dies nicht gegeben, da diese nur in einer Anfangsphase auf straßenseitige Infrastruktur angewiesen sind. Zwar sollen diese Systeme zunächst auf Bundesfernstraßen eingesetzt werden, die Ausweitung des Informationsangebotes auf nachgeordnete Straßen in Ballungsräumen ist jedoch – wenn eine ausreichende Ausstattungsquote erreicht wurde – nicht auszuschließen. Grundsätzlich ist die Möglichkeit der Einflußnahme der Städte auf die Leitempfehlungen durch den Systemwechsel von bakengestützten zu mobilfunkbasierten Systemen zurückgegangen. Vertragliche Vereinbarungen zum öffentlich-privaten Interessenausgleich werden daher als notwendig angesehen, um nicht nur die Nutzung öffentlicher Infrastruktur, sondern auch generell die Einsatzmodalitäten dynamischer Zielführungssysteme in Ballungsräumen zu regeln. Auch der Bund sollte an diesem Interessenausgleich mitwirken, falls notwendig auch im Rahmen seiner Gesetz- und Verordnungsgebungsfunktion.

Der alleinige Einsatz von Telematikdiensten im System Straßenverkehr führt zu einer *wachsenden Attraktivität des Individualverkehrs bzw. des Straßengüterverkehrs*. Dazu im Wettbewerb stehende *Systeme des öffentlichen Verkehrs*, die für die meisten Verkehrszwecke schon heute Nachteile aufweisen, werden weiter ins Hintertreffen geraten, wenn für sie nicht im gleichen oder stärkeren Maße Telematikanwendungen zur Attraktivitätssteigerung und Effizienzverbesserung entwickelt und eingeführt werden. Hier werden Bund, Länder und Gemeinden in Zukunft verstärkt gefordert sein, nicht zuletzt deshalb, um die Attraktivität der in der Hauptsache in ihrem Eigentum befindlichen Verkehrsunternehmen zu sichern und damit einen Beitrag zu ihrer Wirtschaftlichkeit und zu den Leistungsangeboten umweltfreundlicherer Verkehrsträger zu leisten.

Innerhalb der Diskussion um die Anwendung von IuK-Techniken im Verkehr findet sich immer wieder die Forderung bzw. der Wunsch, daß diese *alle Verkehrsträger integrieren und intelligent miteinander verknüpfen* sollen. IuK-Techniken können den grundsätzlichen Systemnachteil sogenannter gebrochener Verkehre durch verbesserte Informationsbereitstellung relativieren oder sogar beseitigen. Da Organisationsstrukturen für intermodale Verkehre oder ein integriertes Gesamtverkehrssystem erst in ihren Anfängen existieren, besteht die Gefahr, daß die Entwicklung und Anwendung der neuen Techniken nicht im notwendigen Umfang verkehrsträgerübergreifend gestaltet wird. Um dies zu verhindern, ist als erster Schritt die *Organisation eines verkehrsträgerübergreifenden Datenmanagements* zu realisieren. Aus den Arbeiten des Wirtschaftsforums Verkehrstelematik werden die Schwierigkeiten deutlich, die mit der Einrichtung eines solchen verkehrsträgerübergreifenden Datenmanagements verbunden sind. Auch hier sollte der Bund eine koordinierende Funktion bei der Ausgestaltung von verkehrsträgerübergreifenden Telematikdiensten übernehmen, um den in den Strategiepapieren zur Verkehrstelematik ausgedrückten Zielvorstellungen zur Umsetzung zu verhelfen. Es geht dabei vor allem darum, Rahmenbedingungen so zu setzen, daß die Dynamik der marktwirtschaftlichen Ordnung im Sinne des gewünschten verkehrsträger-übergreifenden Konzepts nutzbar gemacht wird und damit privatwirtschaftliche Aktivitäten innerhalb des so gesetzten Rahmens ermöglicht werden. Dieser Typ von *Rahmenbedingungen mit Lenkungscharakter* im Hinblick auf die angestrebten Ziele ist deutlich zu unterscheiden von Rahmenbedingungen, die im wesentlichen die rechtlichen und organisatorischen Voraussetzungen für die Entwicklung und den Betrieb von Telematikdiensten regeln (Rahmenbedingungen mit Realisierungscharakter). Rahmenbedingungen mit Lenkungscharakter können beispielsweise verbindliche technische und organisatorische Vorgaben, die steuerliche Förderung oder die direkte Anschubfinanzierung von innovativen Konzepten im Verkehrsbereich sein. Auch die gezielte Forschungsförderung ist hier zu nennen.

Ein interessantes Beispiel für solche Rahmenbedingungen mit Lenkungscharakter sind die Richtlinien zur langfristigen Emissionsbegrenzung von Kraftfahrzeugen im US-Bundesstaat Kalifornien, die, wie in Kapitel III näher beschrieben, Ergebnis von freiwilligen Vereinbarungen der kalifornischen Luftreinhaltebehörde (CARB) mit der Industrie sind.

In Deutschland wurde mit dem *Forschungsrahmen der Bundesregierung* „Mobilität – Eckwerte einer zukünftigen Mobilitätsforschungspolitik" (BMBF 1997) eine wichtige Forschungsinitiative gestartet, die langfristig ebenfalls für die Einführung innovativer Verkehrskonzepte Bedeutung gewinnen kann. Diese Initiative wird mit Ideenwettbewerben zu verkehrspolitisch bedeutenden Themen, wie „Verkehr in Ballungsräumen", auch bereits umgesetzt.

Eine wichtige organisatorische Voraussetzung, nicht nur für die Verbesserung der Ausgangssituation des ÖPNV, sondern auch für die Realisierung „integrierter Verkehrskonzepte", ist die Einrichtung leistungsfähiger *Informationszentralen*, die verkehrsträgerübergreifende Informationen sammeln, auswerten und für persönliche Routenvorschläge zur Verfügung stellen. Von diesen vor Fahrtantritt bereitgestellten Informationen (pre-trip-info) erhofft man sich eine Beeinflussung des Verkehrsmittelwahlverhaltens, primär einen Verzicht auf den Pkw und die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel. Schließen diese Einrichtungen auch die Vermittlung freier Kapazitäten des motorisierten Individualverkehrs mit ein, so lassen sie sich zu *Mobilitätszentralen* zur Koordinierung der Mobilitätsbedürfnisse einer Region ausbauen. Hierzu liegen bereits konzeptionelle Vorschläge vor. Um diese Informations- und Mobilitätszentralen flächendeckend realisieren zu können, sind wiederum Rahmenbedingungen erforderlich, die die Einrichtung dieser Zentralen nach ähnlichen Standards in allen deutschen Ballungsräumen regeln. Die Ergebnisse der oben genannten Forschungsinitiative der Bundesregierung „Verkehr in Ballungsräumen" können zur Gestaltung dieses organisatorischen une rechtlichen Rahmens wesentlich beitragen.

3. Option „Preisliche Maßnahmen im Straßenverkehr"

Die Wirksamkeit und Folgen preislicher Maßnahmen im Straßenverkehr sind im besonderem Maße Gegenstand pauschaler Voreinschätzungen, die oft vordergründig plausibel erscheinen, aber statistisch kaum belegt sind. Die vom *Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung (DIW)* im Auftrag des TAB für diese Studie durchgeführten Modellrechnungen (DIW 1996c) geben Aufschluß über Wirksamkeit und Folgen preislicher Maßnahmen auf der Basis so weit wie möglich abgesicherter statistischer Daten. Von besonderem Interesse sind dabei erstmals durchgeführte Untersuchungen zu den Folgen preislicher Maßnahmen im Personenstraßenverkehr für private Haushalte in Abhängigkeit von der Einkommenshöhe der Haushalte. Des weiteren wird hier Bezug genommen auf die umfangreichen Untersuchungen und Beurteilungen des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen, der sich in den beiden Umweltgutachten 1994 und 1996 (SRU 1994 und 1996) mit dem Einsatz preislicher Maßnahmen im Verkehr auseinandergesetzt hat.

Preisliche Instrumente entsprechen dem marktwirtschaftlichen Ordnungsprinzip. Preise haben die Funktion, einen Ausgleich von Angebot und Nachfrage herbeizuführen. Der Umweltrat hat in seinem Umweltgutachten 1994 (SRU 1994) speziell auf die Lenkungswirkung von Preisen bezüglich der Nutzung begrenzter Wegeinfrastruktur hingewiesen: „Nur wenn sich die wirkliche Knappheit, insbesondere bei der Wegeinfrastruktur sowie der in Anspruch genommenen natürlichen Lebensgrundlagen, in den Transportpreisen widerspiegeln, treffen die Privaten die ökologisch angemessenen Entscheidungen über die Wahl des Verkehrsmittels ebenso wie über die ihres Standortes. Ist dieser Grundsatz verletzt, und dies ist heute sowohl im Hinblick auf die Knappheit der natürlichen Lebensgrundlagen wie im Hinblick auf die tatsächliche Knappheit der Wege der Fall, so helfen auch Appelle an das Umweltbewußtsein der Bevölkerung nur wenig".

Mit den bisherigen Steuer- und Abgabemodellen standen nur relativ allgemein und pauschal einsetzbare Instrumente zur Verfügung. *Moderne IuK-Techniken* bieten ganz neue Möglichkeiten, preisliche Maßnahmen gezielt zur Verkehrslenkung einzusetzen. Dies ist insbesondere auch deshalb von Bedeutung, weil, wie die Untersuchung der Option „Verbesserung der Verkehrsinformation" gezeigt hat, signifikante Beiträge dieser neuen Techniken zur Erreichung der angestrebten verkehrspolitischen Ziele allein aufgrund ihrer Informationsfunktion nicht zu erwarten sind. In diesem Abschnitt wird daher als weitere Option der *„Einsatz von IuK-Techniken zum Verkehrsmanagement im Personen- und Güterstraßenverkehr zusammen mit dem Einsatz verschiedener preislicher Maßnahmen"* (kurz „Preisliche Maßnahmen im Straßenverkehr") untersucht.

Die *Modellrechnungen des DIW* für den *Personenstraßenverkehr* wurden auf der Grundlage von Daten der Einkommens- und Verbrauchsstatistik durchgeführt, die Rechnungen für den *Güterstraßenverkehr* beruhen auf der Statistik zur gesamtwirtschaftlichen Verflechtung (Input-Output-Matrix). Wegen der ganz unterschiedlichen methodischen Vorgehensweise wurden *getrennte Unteroptionen* für den Personenverkehr – *„Preisliche Maßnahmen im Personenstraßenverkehr"* – und für den Güterverkehr – *„Preisliche Maßnahmen im Güterstraßenverkehr"* – betrachtet.

3.1 Szenarien zur Preispolitik

Den quantitativen Analysen des DIW wurden *drei Preisszenarien* zugrunde gelegt. Bei der Szenarienbildung wurden vor allem die Instrumente der *Straßenbenutzungsgebühren* und der *Mineralölsteuer* berücksichtigt, die sich nicht nur im Hinblick auf Anknüpfungspunkte (s. Abschnitt III.2.5), sondern auch im Hinblick auf „Wirkungspfade" und „Differenzierungsfähigkeit" deutlich voneinander unterscheiden. Straßenbenutzungsgebühren ermöglichen eine räumlich und zeitlich sehr *differenzierte* Steuerung der Belastung der Straßeninfrastruktur und damit eine bessere Nutzung des Straßennetzes; bei entsprechend abgestimmter Organisation können sie auch Verlagerungen auf umweltfreundlichere Verkehrsträger bewirken. Die *Mineralölsteuer(-erhöhung)* ist ein wesentlich gröberes, für eine Feinsteuerung wenig geeignetes Instrument. Mineralölsteuererhöhungen beeinflussen den Kraftstoffpreis und setzen damit Anreize zur Verringerung des Kraftstoffverbrauchs. Diese kann zum einen durch eine Verminderung der Fahrleistungen erreicht werden, indem weniger oder kürzere Fahrten unternommen werden, die Fahrzeugauslastung erhöht wird oder andere Verkehrsmittel benutzt werden. Zum anderen kann eine Verringerung des Kraftstoffverbrauchs durch die Nutzung von Fahrzeugen mit geringerem Kraftstoffverbrauch erreicht werden. Von Mineralölsteuererhöhungen gehen insofern Anreize zur Entwicklung und Produktion und zum Einsatz kraftstoffsparender Fahrzeuge aus. Ein nur schwer lösbares Problem ist, daß sich bei einer kräftigen Anhebung der Mineralölsteuer im Falle eines *nationalen Alleingangs* beträchtliche Möglichkeiten zur Steuerumgehung durch Tanken im Ausland ergeben.

In den *Szenarien 1 und 2* werden verschiedene Formen des „Road Pricing" mit kräftigen, aber nicht drastischen Erhöhungen der Mineralölsteuer kombiniert. In *Szenario 3* wird dagegen untersucht, inwieweit die beabsichtigte Verkehrsbeeinflussung – ohne Investitionen in eine Road-Pricing-Infrastruktur – allein durch eine drastische Erhöhung der Mineralölsteuer erreichbar ist.

Die zum Teil ebenfalls kostenwirksamen *flankierend notwendigen Maßnahmen* (wie z. B. der Ausbau des öffentlichen Verkehrs) und die möglichen *telematischen Zusatzdienste* (wie z. B. automatische Stauwarninformationen und Routenempfehlungen) ergeben sich aus der Grundannahme dieser Untersuchung, die Preispolitik innerhalb eines abgestimmten Maßnahmenbündels zu betrachten, sowie aus den Ergebnissen zur Abschätzung der verkehrlichen Wirksamkeit.

Beim *Road Pricing* auf der Grundlage von modernen IuK-Techniken wird in den Szenarien unterschieden

zwischen der Einführung solcher Systeme auf den *Bundesautobahnen* einerseits und in *Ballungsgebieten* andererseits. Dabei werden unterschiedliche Preisbildungsverfahren verwendet. Während auf den Autobahnen die Benutzergebühren entfernungsabhängig gestaltet werden, wird für Ballungsgebiete das sogenannte Cordon Pricing, d. h. eine Preiserhebung für das Einfahren in bestimmte Gebiete, zugrunde gelegt.

Für die Untersuchung der Option „Preisliche Maßnahmen im Straßenverkehr" erscheinen drei Szenarien als ausreichend, um genügend Differenzierungen für unterschiedliche Maßnahmenausprägungen zu ermöglichen. Außerdem bleibt die Analyse damit in einem überschaubaren Rahmen und führt zu Ergebnissen, die als deutliche Alternativen voneinander abgesetzt sind.

Hinsichtlich der Höhe der Abgaben und Steuerbelastungen wurden für die einzelnen Szenarien Größenordnungen angenommen, die sich sowohl von der derzeitigen Situation als auch untereinander ausreichend deutlich unterscheiden, *um zu gewährleisten, daß die Wirksamkeits- und Folgenanalysen nicht lediglich graduelle Fortschreibungen des Status-quo, sondern deutlich voneinander abgesetzte, unterschiedliche verkehrspolitische Konzeptionen quantitativ bewerten.*

Im *ersten Szenario* wird unterstellt:

- Einführung von elektronischem Road Pricing auf Bundesautobahnen und ausgewählten Bundesfernstraßen (zur Verhinderung von Ausweichreaktionen) für Pkw in Höhe von durchschnittlich 20 Pf/km und für Lkw in Höhe von 80 Pf/km;
- Einführung von Cordon Pricing in den Innenstadtbereichen der Ballungsgebiete in Höhe von durchschnittlich 5 DM je Zufahrt in die Innenstadt;
- Mineralölsteuererhöhung auf 2 DM je Liter Vergaserkraftstoff und (energieäquivalent) auf 2,18 DM je Liter Diesel.

Im *zweiten Szenario* wird angenommen, daß die Einführung von Straßenbenutzungsgebühren für Pkw vorerst nicht erfolgt. Stattdessen wird für Pkw eine Autobahn-Vignette vorgesehen. Die wesentlichen preisrelevanten Annahmen sind damit:

- Einführung von elektronischem Road Pricing auf Bundesautobahnen und ausgewählten Bundesfernstraßen (zur Verhinderung von Ausweichreaktionen) für Lkw in Höhe von 80 Pf/km, Autobahn-Vignette für Pkw zum Preis von 300 DM/Jahr;
- Einführung von Cordon Pricing in Ballungsgebieten in Höhe von durchschnittlich 5 DM je Zufahrt in die Innenstadt;
- Mineralölsteuererhöhung auf 2 DM je Liter Vergaserkraftstoff und (energieäquivalent) auf 2,18 DM je Liter Diesel.

Im *dritten Szenario* wird

- eine Mineralölsteuererhöhung auf 4 DM je Liter Vergaserkraftstoff und (energieäquivalent) auf 4,36 DM je Liter Diesel

Tabelle V-3.1

Preisliche Annahmen zu den Szenarien

	Ist 1994	Maßnahmen zu Szenarien 1	2	3
		nach 15 Jahren		
Mineralölsteuer DM/l				
Vergaserkraftstoff	0,98	2,00	2,00	4,00
Dieselkraftstoff	0,62	2,18	2,18	4,36
Tankstellenpreis				
Vergaserkraftstoff	1,55	2,72	2,72	5,01
Dieselkraftstoff	1,15	2,94	2,94	5,45
Autobahnbenutzung				
Pkw DM/km	–	0,20	–	–
Lkw DM/km	–	0,80	0,80	–
Vignette DM/Jahr				
Lkw	2 200,00	–	–	–
Pkw	–	–	300,00	–
Parkraumbewirtschaftung DM/Std.	–	–	–	4,00
Ballungsraumzufahrt DM	–	5,00	5,00	–

Quelle: Berechnungen des DIW (DIW 1996c)

vorgesehen. Cordon Pricing als Steuerungsinstrument der Zufahrt in Innenstädte wird ersetzt durch

- verstärkte Parkraumbewirtschaftung in Ballungsgebieten (4 DM/Stunde).

Wesentliches Merkmal der Szenarien ist der *Ankündigungseffekt*, der langfristige Verhaltensanpassungen an die veränderten Gegebenheiten ermöglichen soll. Die Szenariomaßnahmen sind daher in einem Zeitraum von 15 Jahren in festzulegenden Schritten umzusetzen, um genügend zeitlichen Spielraum für diese Anpassungen zur Verfügung zu haben. Der Umweltrat hat in seinem Umweltgutachten 1994 die langfristigen Wirkungen einer Verteuerung von Transporten angesprochen und auf die möglichen Reaktionsweisen der Betroffenen hingewiesen (SRU 1994):

1. Umschichtung der Mobilitätsansprüche auf weniger umweltbelastende Formen des Transports,

2. partielle Zurücknahme von Mobilitätsansprüchen und

3. Standortveränderungen zur Reduktion von Mobilitätszwängen.

Der Umweltrat hebt hervor, daß jede Verteuerung von Transportleistungen kurzfristig als Wohlfahrtseinbuße erlebt wird und zu Wachstumseinbußen führen kann, weil sich die alten Produktions- und Verbrauchsgewohnheiten unter den neuen Transportpreisen als zu aufwendig erweisen. Er führt weiterhin aus: „Mittel- und langfristig jedoch sind sowohl die Lebens- und Verbrauchsgewohnheiten der Bevölkerung als auch die Produktions- und Lieferstrukturen der gewerblichen Wirtschaft anpassungsfähig, in dem Sinne, daß umweltintensive Verbrauchsgewohnheiten, Produktionsstrukturen und Vorleistungsverflechtungen durch weniger umweltintensive substituiert werden. Die Wirtschaft schlägt einen anderen Wachstumspfad ein, die Bevölkerung verändert ihre Lebens- und Verbrauchsgewohnheiten, ohne daß man sagen könnte, der neue Wachstumspfad und die neuen Lebensgewohnheiten seien den alten in einem quantitativen Sinne unterlegen, die Wohlfahrt der Gesellschaft sei kleiner geworden."

Akzeptanz der Maßnahmen

Mit den kräftigen Belastungserhöhungen, die in den Szenarien zugrunde gelegt werden, wird natürlich auch die Frage nach der verkehrspolitischen Bedeutung und der Akzeptanz der Maßnahmen aufgeworfen.

Generell ist darauf hinzuweisen, daß die getroffenen Annahmen als Grundlage für die Schätzung von Reaktionen der betroffenen Haushalte und Unternehmen dienen und *nicht den Charakter von politischen Handlungsempfehlungen haben*. Ziel der Untersuchung ist es, die *betroffenen Gruppen einzugrenzen* und den *Grad der Betroffenheit sowie die Reaktionsmöglichkeiten* festzustellen. Der Einfluß der untersuchten Parameter läßt sich unterscheidbarer darstellen, wenn *deutliche Preissignale* vorgegeben werden, als bei einer Betrachtung von nur graduellen Änderungen. *Erst wenn die Ergebnisse der Bewertung vorliegen, kann – und muß – in einer zweiten Stufe über die Zumutbarkeit und die politische Durchsetzbarkeit der Maßnahmen bzw. Maßnahmenbündel diskutiert werden.*

Methodische Vorgehensweise

Die Maßnahmen werden bezüglich ihrer verkehrlichen und ökonomischen Wirkungen und Folgen untersucht. Dabei bestehen enge Interdependenzen, weil zum einen ökonomische Wirkungen verkehrsbezogene Verhaltensweisen stimulieren und andererseits verkehrliche Reaktionen ökonomische Wirkungen nach sich ziehen.

Ein anderer Aspekt ist die Fristigkeit der Maßnahmenwirkungen. Diese ergeben sich in der Realität erst im Lauf längerer Anpassungsprozesse. Bei der Analyse der verkehrlichen Wirksamkeit wird hier davon ausgegangen, daß die *Reaktionen auf die veränderten Preise bereits abgeschlossen* sind. Es wird also nicht der zeitliche Verlauf der Veränderungen beschrieben, sondern das *Ergebnis nach Ablauf aller Anpassungsprozesse*. Die Wirkungen der Maßnahmen werden dabei unter den *heute vorliegenden Rahmenbedingungen* analysiert. Dies bedeutet, daß die verkehrlichen und ökonomischen Wirkungen auf Ausgangsdaten für das Jahr 1994 bezogen werden. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, daß entsprechende Prognoseergebnisse nur in aufwendigen Studien zu gewinnen wären und in der hier verwendeten Detaillierung – falls überhaupt prognostizierbar – kaum belastbar wären. Diese Vorgehensweise geht von der *Annahme aus, daß die unter gegenwärtigen Bedingungen wirksamen Maßnahmen dies auch in Zukunft sein werden.*

3.2 Wirkungen und Folgen der (Unter-)Option „Preisliche Maßnahmen im Personenstraßenverkehr"

3.2.1 Wirkungen auf die Verkehrsnachfrage

Die in die Szenarien aufgenommenen preispolitischen Instrumente wirken in mehrfacher Hinsicht auf das Niveau und die Zusammensetzung der Verkehrsnachfrage:

- Sie induzieren *Erhöhungen der Effizienz des Straßenverkehrs*, z. B. durch eine verbesserte Organisation von Fahrtenketten sowie eine stärkere Auslastung der Fahrzeuge, und wirken damit dämpfend auf die Fahrleistungen. Erhöhungen des Kraftstoffpreises bewirken zudem verstärkte Anreize, energiesparsame Fahrzeuge einzusetzen.

- Eine Reihe von *Verlagerungen der Verkehrsleistungen* dürften sich als Folge der einzelnen Maßnahmen ergeben. So werden Benutzungsgebühren für einen Teil des Straßennetzes dazu führen, daß gebührenfreie Teile des Netzes in einem gewissen Umfang stärker in Anspruch genommen werden. Tageszeitlich differenzierte Benutzungs-

gebühren bewirken eine entsprechende zeitliche Verschiebung bestimmter Fahrten. Schließlich sind bei einer Erhöhung der Fahrtkosten im Straßenverkehr relativ zu den Kosten der anderen Verkehrsarten bestimmte Verlagerungen zu den begünstigten Verkehrsarten zu erwarten.

- In einem gewissen Umfang dürften sich auch *Verkehrsvermeidungseffekte* ergeben. Diese könnten im Personenverkehr z. B. darin bestehen, daß in Anbetracht der gestiegenen Kosten auf manche Fahrten verzichtet wird. Von größerer Bedeutung dürften allerdings Veränderungen bei der Wahl von Fahrtzielen sein. Tendenziell werden durch die meisten Maßnahmen kürzere Entfernungen gegenüber längeren Distanzen begünstigt. Langfristig sind in einem gewissen Ausmaß auch Änderungen der Siedlungsstruktur mit verkehrssparenden Effekten zu erwarten.

Um die Auswirkungen der preispolitischen Maßnahmen auf die Personenverkehrsleistungen zu charakterisieren, werden keine eigenen Schätzungen z. B. für Elastizitätswirkungen der Maßnahmen erarbeitet. Vielmehr werden Ergebnisse aus vorliegenden Studien daraufhin untersucht, ob und in welcher Weise sie für die vorliegenden Fragestellungen verwendbar sind. Gegebenenfalls werden Wirkungszusammenhänge durch Analogieschlüsse abgeleitet.

Da die Reaktionen der Verkehrsteilnehmer auf preispolitische Maßnahmen maßgeblich davon beeinflußt werden, ob die *Fahrten im Rahmen der privaten Lebensführung oder als Teil der Berufsausübung* unternommen werden, werden die Verkehrsleistungen in der Untersuchung soweit statistisch möglich nach privater und beruflicher Veranlassung getrennt ausgewiesen:

- zum einen für private Haushalte,
- zum anderen für Unternehmen und Selbständige, soweit die Verkehrsleistungen im Rahmen der jeweiligen betriebsbedingten Aktivitäten erbracht werden.

Auch die Analyse der Maßnahmenwirkungen wird für beide Gruppen getrennt durchgeführt. Die stati-

Tabelle V-3.2

Personenverkehr nach Verkehrsarten im Jahre 1994

	Private Haushalte	*Unternehmen und Selständige*[1]	*Insgesamt*
	– Verkehrsleistung in Mrd. Pkm –		
	Alte Bundesländer		
Motorisierter Individualverkehr[2]	538,6	86,7	625,3
Eisenbahn	46,3	5,2	51,5
Öffentlicher Straßenpersonenverkehr	63,8	2,7	66,5
Fußgänger- und Fahrradverkehr[3]	41,6	0,5	42,1
Verkehr ingesamt	690,3	95,1	785,4
	Deutschland		
Motorisierter Individualverkehr[2]	649,0	99,8	749,2
Eisenbahn	56,3	5,7	62,0
Öffentlicher Straßenpersonenverkehr	75,2	3,1	78,3
Fußgänger- und Fahrradverkehr[3]	53,9	0,6	54,5
Verkehr ingesamt	834,8	109,2	944,0
	– Fahrleistung in Mrd. km –		
	Alte Bundesländer		
Motorisierter Individualverkehr[2]	346,1	82,3	428,3
	Deutschland		
Motorisierter Individualverkehr[2]	411,2	94,6	505,7

[1]) Einschl. Gebietskörperschaften, Sozialversicherung, Organisationen ohne Erwerbscharakter.
[2]) Verkehr mit Personen- und Kombinationskraftwagen ohne Motorräder und Mopeds.
[3]) Werte von 1992.

Quelle: Berechnungen des DIW (DIW 1996c)

stische Differenzierung der Verkehrsleistungen orientiert sich dabei für den motorisierten Individualverkehr an den vom Kraftfahrtbundesamt für beide Haltergruppen ausgewiesenen Kraftfahrzeugbeständen sowie an den Berechnungen des Statistischen Bundesamtes zum privaten Verbrauch (STABU 1993). Für die öffentlichen Verkehrsarten werden Ergebnisse der Berechnungen zum privaten Verbrauch und der vom DIW vorgenommenen Differenzierung der Verkehrsleistungen nach Fahrtzwecken (DIW 1996b) verwendet.

Tabelle V-3.2 enthält die Aufgliederung der Verkehrsleistungen auf beide Verkehrsteilnehmergruppen. Danach wurden von den privaten Haushalten in Deutschland 1994 insgesamt 835 Mrd. Personenkilometer zurückgelegt. Davon entfielen 78 % auf den motorisierten Individualverkehr, 9 % auf den öffentlichen Straßenpersonenverkehr und jeweils knapp 7 % auf die Eisenbahn und den nichtmotorisierten Verkehr.

Die Verkehrsleistung von Unternehmen und Selbständigen betrug 1994 109 Mrd. Personenkilometer. Dabei war die dominierende Stellung des Pkw mit einem Anteil von 91 % noch deutlicher ausgeprägt. Die Bahn erreichte einen Anteil von 5 %, auf den öffentlichen Straßenpersonenverkehr entfielen 3 %.

Die Ergebnisse zeigen, daß der Personenverkehr der privaten Haushalte bei allen Verkehrsarten deutlich überwiegt. An den gesamten Verkehrsleistungen haben die privaten Haushalte einen Anteil von 88 %, am motorisierten Individualverkehr von 87 %. Die Analyse der Reaktionen der privaten Haushalte sowie ihrer ökonomischen und sozialen Situation bildet daher einen Schwerpunkt dieser Untersuchung.

3.2.1.1 Wirkungen bei den privaten Haushalten

Um die Maßnahmenwirkungen in den einzelnen Szenarien zu ermitteln, müssen die Effekte der jeweils in Betracht kommenden Maßnahmen zusammengefaßt werden. Dabei kann nicht von einer einfachen additiven Wirkung ausgegangen werden, da sich zum Teil zwischen einzelnen Maßnahmen Überschneidungen ergeben. So beeinflußt z. B. eine Erhöhung der Mineralölsteuer die gesamte Fahrleistung im Nah- und im Fernverkehr, wohingegen die Bewirtschaftung des Innenstadtverkehrs sich nur auf ein Teilsegment bezieht, bei dessen Wirkungsbestimmung zu berücksichtigen ist, daß sich durch die Mineralölsteuererhöhung auch in diesem Teilbereich bereits Verminderungs- und Verlagerungseffekte ergeben.

Bei der Zusammensetzung der Teilwirkungen wird daher eine *Hierarchie der Maßnahmen* zugrunde gelegt, nach der zunächst die Effekte der generell wirkenden Maßnahmen, wie z. B. der Mineralölsteuererhöhung, berücksichtigt werden und danach diejenigen, die sich auf Teilsegmente beziehen. Die Gesamtwirkungen setzen sich danach multiplikativ aus den zunächst isoliert geschätzten Wirkungen der einzelnen Maßnahmen zusammen.

Die Ergebnisse der Untersuchung zu den Wirkungen bei den privaten Haushalten zeigen eine deutliche Preissensitivität (Tab. V-3.3). Hinsichtlich der *Gesamtwirkungen auf die Fahrleistungen* des motorisierten Individualverkehrs zeigt sich, daß im *Szenario 3 der bei weitem größte Rückgang zu erwarten ist*, und zwar um etwa ein Viertel. Dieser Effekt ist fast ausschließlich auf die kräftige Erhöhung der Mineralölsteuer zurückzuführen, die in allen Segmenten der Verkehrsnachfrage Verminderungen verursacht und damit das Niveau des Pkw-Verkehrs generell zurückführt. Die Reduktionswirkung der Parkraumbewirtschaftung bezieht sich demgegenüber nur auf die Innenstadtbereiche und trägt zur Verminderung der gesamten Fahrleistung nur etwa ein halbes Prozent bei. Verkehrlich bedeutsamer ist selbstverständlich die Wirkung der Parkraumbewirtschaftung im eigentlichen Einsatzbereich, dem Stadtverkehr. In den Innenstadtbereichen der Ballungsgebiete führt sie – unter Berücksichtigung der Wirkung der Mineralölsteuererhöhung – zu einer Reduzierung der Fahrleistung um 2,2 Mrd. Kilometer und bewirkt damit eine Verringerung in diesem Teilsegment um rund 40 %.

Bei den *Verkehrsleistungen (Personenkilometer) fällt der Rückgang des motorisierten Individualverkehrs mit 17 % deutlich geringer aus als bei den Pkw-Fahrleistungen.* Dies ist darauf zurückzuführen, daß ein Teil der Reaktionen der Verkehrsteilnehmer auf die Verteuerungen in einer besseren Auslastung der Pkw besteht, so daß hier eine leichte Entkoppelung von Verkehrsleistungen und Fahrleistungen erreicht wird. Dieser Effekt wird zum einen von der Mineralölsteuererhöhung in allen Segmenten der Verkehrsnachfrage induziert, in den Ballungsgebieten durch die Parkraumbewirtschaftung aber noch einmal verstärkt. Die *Verkehrsleistungen der öffentlichen Verkehrsträger und des nichtmotorisierten Verkehrs erhöhen sich durchweg um knapp ein Drittel*, da sie von den *Verlagerungswirkungen* profitieren, die einen Teil der Reduktion beim MIV ausmachen.

Die *Szenarien 1 und 2 zeigen beide ein ähnliches Wirkungsmuster.* So vermindert sich im Szenario 1 die *Gesamtfahrleistung* der Pkw um 11 %. Im Szenario 2 ist der Rückgang mit 9 % nur geringfügig schwächer. Das generelle Niveau des Pkw-Verkehrs vermindert sich also in diesen Szenarien *deutlich weniger als im Szenario 3.* Die gleiche Größenordnung der Veränderungen ist vor allem darauf zurückzuführen, daß in beiden Szenarien jeweils zwei Maßnahmen identisch sind, nämlich die Mineralölsteueranhebung auf 2 DM je Liter Benzin und 2,18 DM je Liter Diesel sowie eine elektronische Gebührenerhebung für die Zufahrt zur Innenstadt in Ballungsregionen. Die Differenzen in den Wirkungen ergeben sich daher aus dem Unterschied bei der dritten Maßnahme: Im Szenario 1 wird ein elektronisches streckenbezogenes Road Pricing auf dem Autobahnnetz unterstellt, im Szenario 2 die Einführung einer Autobahnvignette.

Der Haupteffekt bei der globalen Verminderung der Fahrleistung wird in beiden Szenarien von der Mineralölsteuererhöhung bewirkt. Die Gebührenerhebung für den Innenstadtverkehr bringt – bezogen auf den Gesamtwert – nur einen Rückgang um 1 %. Während die Einführung einer Autobahnvignette mit der hier angenommenen Jahresgebühr von 300 DM

keine quantitativ bedeutenden verkehrlichen Wirkungen verursacht, ist das zugrundegelegte Road Pricing auf Autobahnen in einem gewissen Umfang auch mit Vermeidungs- und Verlagerungseffekten verbunden, die zu einer Reduktion der Fahrleistungen führen. Bezogen auf die Gesamtfahrleistungen ergibt sich eine Verminderung von 2,5 %.

Wenn auch die globalen Wirkungen in den Szenarien 1 und 2 nicht gravierend sind, so ergeben sich durch die spezifischen Maßnahmen, streckenabhängige Autobahnbenutzungsgebühren und Cordon Pricing in den Innenstädten der Ballungsgebiete, deutlich spürbare Verbesserungen der Straßenverkehrssituation. Der *Verkehr auf den Autobahnen* wird v.a. im Szenario 3 deutlich spürbar vermindert. Durch eine zeitliche oder belastungsabhängige Staffelung der Gebühren könnte die Reduktion zu Spitzenverkehrszeiten sogar noch deutlicher ausfallen. Der größte Teil dieses Effektes besteht allerdings in einer Verlagerung von Fahrleistungen auf das gebührenfreie Straßennetz. Dies entspricht – unter Berücksichtigung der Wirkung der Mineralölsteuererhöhung – einer Jahresfahrleistung von 19,1 Mrd. Kilometer. Es ist daher absehbar, daß der *freiere Verkehrsfluß auf Autobahnen mit zunehmenden Problemen auf den weniger gut ausgebauten, nachgeordneten Straßen verbunden ist.*

Tabelle V-3.3

Verkehrsleistungen, Fahrleistungen und Kraftstoffverbrauch der privaten Haushalte im Jahre 1994 in Deutschland sowie in verschiedenen Szenarien

	Einheit	*1994*	*Szenario 1*	*Szenario 2*	*Szenario 3*
Verkehrsleistungen					
Motorisierter Individualverkehr[1])	Mrd. Pkm	649,4	600,4	612,1	538,5
Eisenbahn[2])	Mrd. Pkm	56,3	68,2	62,1	73,3
Öffentl. Straßenpersonenverkehr[3])	Mrd. Pkm	75,2	83,1	83,1	98,0
Fußgänger-, Fahrrad-Verkehr[4])	Mrd. Pkm	53,9	59,5	59,5	70,2
Verkehr insgesamt	Mrd. Pkm	834,8	811,2	816,9	779,9
Fahrleistungen					
Motorisierter Individualverkehr[1])	Mrd. km	411,2	364,3	375,2	306,0
davon: Bundesautobahnen	Mrd. km	118,1	97,7	108,6	88,3
Übrige Straßen	Mrd. km	293,1	266,6	266,6	217,7
Kraftstoffverbrauch					
Motorisierter Individualverkehr[1])	Mio. l	32 833	20 245	20 848	13 358
	– Veränderung gegenüber 1994 –				
Verkehrsleistungen					
Motorisierter Individualverkehr[1])	vH	x	*– 7,6*	*– 5,7*	*–17,1*
Eisenbahn[2])	vH	x	*21,2*	*10,4*	*30,2*
Öffentl. Straßenpersonenverkehr[3])	vH	x	*10,4*	*10,4*	*30,2*
Fußgänger-, Fahrrad-Verkehr[4])	vH	x	*10,4*	*10,4*	*30,2*
Verkehr insgesamt	vH	x	*– 2,8*	*– 2,1*	*– 6,6*
Fahrleistungen					
Motorisierter Individualverkehr[1])	vH	x	*–11,4*	*– 8,8*	*–25,6*
davon: Bundesautobahnen	vH	x	*–17,2*	*– 8,1*	*–25,2*
Übrige Straßen	vH	x	*– 9,0*	*– 9,0*	*–25,7*
Kraftstoffverbrauch					
Motorisierter Individualverkehr[1])	vH	x	*–38,3*	*–36,5*	*–59,3*

[1]) Verkehr mit Personen- und Kombinationskraftwagen ohne Krafträder und Mopeds.
[2]) Schienenverkehr einschl. S-Bahnverkehr.
[3]) U-Bahn-, Straßenbahn-, Obus- und Kraftomnibusverkehr. Einschl. Verkehr der Kleinunternehmen mit weniger als 6 Kraftomnibussen (geschätzt).
[4]) Werte von 1992.
Quelle: Berechnungen des DIW (DIW 1996c)

Das *Cordon Pricing in Ballungsgebieten* führt ceteris paribus zu einer Reduktion von Pkw-Fahrten in die Innenstädte um 12,5 %. Dem entspricht eine Fahrleistung von insgesamt 2,6 Mrd. Kilometer. Berücksichtigt man, daß zudem die häufigste Reaktion der Verkehrsteilnehmer in der zeitlichen Verschiebung ihrer Fahrt von den Spitzenverkehrszeiten in weniger stark frequentierte Zeiten besteht, so ergibt sich hier ein deutlicher Effekt zu einer Verflüssigung des Verkehrsablaufs.

Die aus allen Maßnahmen resultierenden *Verlagerungswirkungen* ergeben in beiden Szenarien relativ geringe Zunahmen für den öffentlichen Straßenpersonenverkehr und den nichtmotorisierten Verkehr, und zwar um 10 %. Im Szenario 2 steigen auch die Leistungen der Eisenbahn um diesen Prozentsatz, im Szenario 1 kommen noch Verkehrsleistungen hinzu, die wegen der Gebührenerhebung auf Autobahnen auf die Bahn verlagert werden. Die Zunahme beträgt in diesem Fall 21 %.

3.2.1.2 Wirkungen bei Unternehmen und Selbständgen

Die in den Szenarien zugrundegelegten preispolitischen Maßnahmen gelten in gleicher Weise wie für

Tabelle V-3.4

Verkehrsleistungen, Fahrleistungen und Kraftstoffverbrauch der Unternehmen und Selbständigen [1]) im Jahre 1994 in Deutschland sowie in verschiedenen Szenarien

	Einheit	*1994*	*Szenario 1*	*Szenario 2*	*Szenario 3*
Verkehrsleistungen					
Motorisierter Individualverkehr [2])	Mrd. Pkm	99,8	96,8	97,3	93,4
Eisenbahn [3])	Mrd. Pkm	5,7	7,7	7,3	9,6
Öffentl. Straßenpersonenverkehr [4])	Mrd. Pkm	3,1	3,9	3,9	5,1
Fußgänger-, Fahrrad-Verkehr [5])	Mrd. Pkm	0,6	0,8	0,8	1,0
Verkehr insgesamt	Mrd. Pkm	109,2	109,2	109,2	109,2
Fahrleistungen					
Motorisierter Individualverkehr [2])	Mrd. km	94,6	91,8	92,2	88,6
davon: Bundesautobahnen	Mrd. km	27,2	26,0	26,5	25,4
Übrige Straßen	Mrd. km	67,4	65,7	65,7	63,1
Kraftstoffverbrauch					
Motorisierter Individualverkehr [2])	Mio. l	5 460	3 818	3 836	2 948
	– Veränderung gegenüber 1994 –				
Verkehrsleistungen					
Motorisierter Individualverkehr [2])	vH	x	– 2,9	– 2,5	– 6,3
Eisenbahn [3])	vH	x	*34,4*	*26,3*	*67,1*
Öffentl. Straßenpersonenverkehr [4])	vH	x	*26,3*	*26,3*	*67,1*
Fußgänger-, Fahrrad-Verkehr [5])	vH	x	*26,3*	*26,3*	*67,1*
Verkehr insgesamt	vH	x	*0,0*	*0,0*	*0,0*
Fahrleistungen					
Motorisierter Individualverkehr [2])	vH	x	– 2,9	– 2,5	– 6,3
davon: Bundesautobahnen	vH	x	– 4,1	– 2,5	– 6,3
Übrige Straßen	vH	x	– 2,5	– 2,5	– 6,3
Kraftstoffverbrauch					
Motorisierter Individualverkehr [2])	vH	x	–30,1	–29,7	–46,0

[1]) Einschl. Gebietskörperschaften, Sozialversicherung, Organisationen ohne Erwerbscharakter.
[2]) Verkehr mit Personen- und Kombinationskraftwagen ohne Krafträder und Mopeds.
[3]) Schienenverkehr einschl. S-Bahnverkehr.
[4]) U-Bahn-, Straßenbahn-, Obus- und Kraftomnibusverkehr. Einschl. Verkehr der Kleinunternehmen mit weniger als 6 Kraftomnibussen (geschätzt).
[5]) Werte von 1992.

Quelle: Berechnungen des DIW (DIW 1996c)

die privaten Haushalte auch für Unternehmen und Selbständige. Die Fahrten werden in der Regel jedoch nicht als Teil der privaten Lebensführung unternommen und die Fahrtkosten daher im allgemeinen nicht vom persönlichen Nettoeinkommen bestritten. Sie haben vielmehr den Charakter von Vorleistungen im Produktionsprozeß, und die damit verbundenen Ausgaben sind Kostenelemente im Rahmen der betrieblichen Leistungserstellung.

Die verkehrlichen Reaktionen auf preispolitische Maßnahmen sind daher in der Regel *deutlich gedämpfter als bei den privaten Haushalten*. Zum einen sind die Fahrten innerhalb des jeweiligen Produktionsprozesses häufig unabdingbar notwendig, so daß Vermeidungs- und Verlagerungsreaktionen nur stark eingeschränkt möglich sind. Zum anderen werden Kostenerhöhungen – soweit wie möglich – über die Absatzpreise der Produkte überwälzt. Da der Anteil der Personenverkehrsleistungen am Produktionswert ohnehin sehr niedrig ist – er betrug 1994 im Durchschnitt 0,8 % (DIW 1996c) –, dürften die Erhöhungen der Kosten des Personenverkehrs im Kostengefüge von Unternehmen nur relativ geringe Bedeutung haben. Nach den Ergebnissen einer DIW/IVM-Studie hat die Personenverkehrsleistung die höchsten Anteile am Produktionswert in der Landwirtschaft, wo die Abgrenzung zur privaten Nutzung relativ schwierig sein dürfte, im Einzelhandel und den Dienstleistungsbereichen, mit einem hohen Anteil an selbständigen Gewerbetreibenden und freiberuflich Tätigen. Im verarbeitenden Gewerbe beträgt der Anteil dagegen nur knapp die Hälfte des gesamtwirtschaftlichen Durchschnitts (DIW/IVM 1994).

Die Ergebnisse der Maßnahmenwirkungen bei Unternehmen und Selbständigen für die drei Szenarien zeigen, daß die Preissensitivität bei den Fahrten, die als Vorleistungen in den Produktionsprozeß der Unternehmen eingehen, deutlich geringer ist als bei denen im privaten Lebensbereich (Tab. V-3.4).

Für das *Szenario 3* ergibt sich durch die Mineralölsteuererhöhung eine Verminderung der gesamten Fahrleistungen des motorisierten Individualverkehrs um rund 6 %. Diese besteht, wie oben dargestellt, in Verlagerungen zu den übrigen Verkehrsarten, deren Leistungen um zwei Drittel zunehmen. Die Parkraumbewirtschaftung verbessert die Zugangsmöglichkeiten zu den Innenstadtbereichen und den Verkehrsfluß durch Wegfall des Parksuchverkehrs. Für den Geschäfts- und Dienstreiseverkehr werden keine nennenswerten restriktiven Wirkungen aus der Gebührenerhebung erwartet.

Auch für das *Szenario 2* ergeben sich verkehrsbezogene Veränderungen nur durch die Erhöhung der Mineralölsteuer, da sowohl Autobahnvignette als auch innerstädtisches Cordon Pricing bei den gewerblichen Nutzern nicht zu quantitativ ins Gewicht fallenden Reaktionen führen. Die Fahrleistungen im motorisierten Individualverkehr vermindern sich geringfügig um etwa 3 %. Diese Reduktion ergibt sich durch Verlagerungen zu den anderen Verkehrsarten, deren Leistungen sich dadurch erhöhen, und zwar um etwa ein Viertel.

Im *Szenario 1* kommt noch ein geringer Effekt aus dem streckenbezogenen Road Pricing auf Autobahnen hinzu, der die gesamten Fahrleistungen der Pkw nur um etwa ein halbes Prozent vermindert, durch die damit verbundenen Verlagerungswirkungen aber bei der Bahn zu zusätzlichen Leistungen führt. Die Zunahme beträgt hier ein Drittel. Eine für den Pkw-Verkehr gewichtigere Wirkung ergibt sich bei den Fahrleistungen auf Autobahnen. Von diesen werden aufgrund der Gebührenerhebung 10 % auf das nicht bemautete Netz verlagert.

3.2.2 Ausgabenwirkungen von Verteuerungen der Verkehrsleistungen

3.2.2.1 Ausgabenwirkungen bei den privaten Haushalten

In den Tabellen V-3.5 bis V-3.7 sind die Ausgaben der privaten Haushalte für verschiedene Komponenten der Verkehrsleistungen sowie die durch die preislichen Maßnahmen verursachten Änderungen jeweils für ein Szenario zusammengefaßt. Dabei werden in der ersten Spalte die Ausgaben der Haushalte für Verkehrsleistungen im Jahre 1994 ausgewiesen. Die nächste Spalte enthält die – unter der *Annahme gleichbleibender Verkehrsleistungen* berechneten – Ausgabenbeträge, die sich aus den preislichen Maßnahmen ergeben. In den folgenden beiden Spalten werden die monetären Auswirkungen der fahrzeugbezogenen Anpassungsreaktionen zur Kraftstoffeinsparung durch technische Verbesserungen und durch Down-Sizing dargestellt. Die letzte Spalte enthält die Ausgabenbeträge, die sich nach den verkehrsbezogenen Reaktionen ergeben.

Das mit Abstand *größte Ausgabenvolumen unter den einzelnen Maßnahmen entfällt dabei auf die Mineralölsteuererhöhung im Szenario 3*, die einschließlich der Mehrwertsteuer *ceteris paribus* ein zusätzliches Aufkommen von etwa 133 Mrd. DM erbringen würde. In den Szenarien 1 und 2 betragen die entsprechenden Ausgaben 46 Mrd. DM. Demgegenüber sind die übrigen Maßnahmen mit deutlich geringeren Aufwendungen verbunden. Bei den *Autobahngebühren* ergibt sich bei zunächst unveränderter Fahrleistung ein Betrag von 24 Mrd. DM; für das *Cordon Pricing* in den Innenstadtbereichen der Ballungsgebiete sowie für die *Parkraumbewirtschaftung* sind 4,6 Mrd. DM bzw. 3,3 Mrd. DM anzusetzen.

Die *Ausgaben für Kraftstoffe* werden nach den zugrundegelegten Reaktionen durch Verbesserungen bei den Verbrauchswerten und durch Beschaffung kleinerer Fahrzeuge deutlich vermindert, im Szenario 3 um 45 % und in den Szenarien 1 und 2 um 30 %. Eine weitere Reduktion wird durch die verkehrsbezogenen Reaktionen der Haushalte verursacht. Im Szenario 3 ergibt sich schließlich nach allen Anpassungsreaktionen eine Steigerung bei den Kraftstoffausgaben gegenüber dem Ausgangswert von 1994 um 37 %, in den Szenarien 1 und 2 um 12 bzw. 16 %.

Bei den *Ausgaben für die Anschaffung von Pkw* sind mit den einzelnen Maßnahmen zum Teil gegenläufige Wirkungen verbunden. Während die technischen Verbesserungen beim Kraftstoffverbrauch die Kosten

Tabelle V-3.5

Verkehrsausgaben der privaten Haushalte in Deutschland 1994 sowie Ergebnisse einer Modellrechnung zur Verteuerung der Pkw-Kosten und zu Anpassungsreaktionen – Szenario 1 –

Ausgabenkategorien	*Ausgangs-situation 1994*	*Nach Verteuerung* [1]	*Nach Anpassungsreaktionen der Haushalte*		
			Energie-effizienz [2]	*„Down-sizing"*	*Verkehrs-bezogene Wirkungen*
	– Mrd. DM –				
Pkw insgesamt	230,4	304,8	289,7	278,9	253,2
Pkw-Anschaffung	97,2	97,2	105,1	100,1	97,4
Kraftstoffe	56,0	102,2	72,9	71,1	63,0
darunter: Mineralölsteuer	35,2	75,3	53,7	52,4	46,4
Übrige Pkw-Ausgaben	77,2	77,2	83,5	79,5	73,9
Autobahngebühren	0,0	23,6	23,6	23,6	15,2
Gebühren für Innenstadtzufahrt [3]	0,0	4,6	4,6	4,6	3,7
Eisenbahnverkehr und ÖSPV [4]	23,5	23,5	23,5	23,5	26,7
Sonstige Verkehrsleistungen	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6
Verkehrsausgaben insgesamt	261,6	335,9	320,8	310,1	287,6
	– Index (1994 = 100) –				
Pkw insgesamt	100	132	126	121	110
Pkw-Anschaffung	100	100	108	103	100
Kraftstoffe	100	182	130	127	112
darunter: Mineralölsteuer	100	214	152	149	132
Übrige Pkw-Ausgaben	100	100	108	103	96
Autobahngebühren	x	x	x	x	x
Gebühren für Innenstadtzufahrt [3]	x	x	x	x	x
Eisenbahnverkehr und ÖSPV [4]	100	100	100	100	114
Sonstige Verkehrsleistungen	100	100	100	100	100
Verkehrsausgaben insgesamt	100	128	123	119	110
	– Anteil an den Verkehrsausgaben in % –				
Pkw insgesamt	*88*	*91*	*90*	*90*	*88*
Pkw-Anschaffung	*37*	*29*	*33*	*32*	*34*
Kraftstoffe	*21*	*30*	*23*	*23*	*22*
darunter: Mineralölsteuer	*13*	*22*	*17*	*17*	*16*
Übrige Pkw-Ausgaben	*30*	*23*	*26*	*26*	*26*
Autobahngebühren	*0*	*7*	*7*	*8*	*5*
Gebühren für Innenstadtzufahrt [3]	*0*	*1*	*1*	*1*	*1*
Eisenbahnverkehr und ÖSPV [4]	*9*	*7*	*7*	*8*	*9*
Sonstige Verkehrsleistungen	*3*	*2*	*2*	*2*	*3*
Verkehrsausgaben insgesamt	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*
	– Anteil an den Haushaltsausgaben insgesamt in % –				
Pkw insgesamt	*12,6*	*16,7*	*15,9*	*15,3*	*13,9*
Pkw-Anschaffung	*5,3*	*5,3*	*5,8*	*5,5*	*5,3*
Kraftstoffe	*3,1*	*5,6*	*4,0*	*3,9*	*3,5*
darunter: Mineralölsteuer	*1,9*	*4,1*	*2,9*	*2,9*	*2,5*
Übrige Pkw-Ausgaben	*4,2*	*4,2*	*4,6*	*4,4*	*4,0*
Autobahngebühren	*0,0*	*1,3*	*1,3*	*1,3*	*0,8*
Gebühren für Innenstadtzufahrt [3]	*0,0*	*0,3*	*0,3*	*0,3*	*0,2*
Eisenbahnverkehr und ÖSPV [4]	*1,3*	*1,3*	*1,3*	*1,3*	*1,5*
Sonstige Verkehrsleistungen	*0,4*	*0,4*	*0,4*	*0,4*	*0,4*
Verkehrsausgaben insgesamt	*14,3*	*18,4*	*17,6*	*17,0*	*15,8*

[1]) Mineralölsteuererhöhung auf 2 DM je Liter VK und 2,18 DM je Liter DK, Autobahnbenutzungsgebühr für Pkw von 0,20 DM je km sowie Cordon-Pricing in Ballungsgebieten in Höhe von 5 DM je Zufahrt in die Innenstadt.
[2]) Kraftstoffverbrauch nach Struktur der Pkw-Neuzulassungen 1994; verbrauchsmindernde technische Maßnahmen um 25 %.
[3]) Nur für Ballungsgebiete.
[4]) ÖSPV = Öffentlicher Straßenpersonenverkehr.

Quelle: Berechnungen des DIW (DIW 1996c)

Tabelle V-3.6

Verkehrsausgaben der privaten Haushalte in Deutschland 1994 sowie Ergebnisse einer Modellrechnung zur Verteuerung der Pkw-Kosten und zu Anpassungsreaktionen – Szenario 2 –

Ausgabenkategorien	*Ausgangssituation 1994*	*Nach Verteuerung [1])*	*Nach Anpassungsreaktionen der Haushalte*		
			Energieeffizienz [2])	*„Downsizing"*	*Verkehrsbezogene Wirkungen*
	– Mrd. DM –				
Pkw insgesamt	230,4	288,9	273,8	263,1	249,8
Pkw-Anschaffung	97,2	97,2	105,1	100,1	98,3
Kraftstoffe	56,0	102,2	72,9	71,1	64,9
darunter: Mineralölsteuer	35,2	75,3	53,7	52,4	47,8
Übrige Pkw-Ausgaben	77,2	77,2	83,5	79,5	75,3
Autobahnvignette	0,0	7,8	7,8	7,8	7,6
Gebühren für Innenstadtzufahrt [3])	0,0	4,6	4,6	4,6	3,7
Eisenbahnverkehr und ÖSPV [4])	23,5	23,5	23,5	23,5	26,0
Sonstige Verkehrsleistungen	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6
Verkehrsausgaben insgesamt	261,6	320,1	305,0	294,2	283,4
	– Index (1994 = 100) –				
Pkw insgesamt	100	125	119	114	108
Pkw-Anschaffung	100	100	108	103	101
Kraftstoffe	100	182	130	127	116
darunter: Mineralölsteuer	100	214	152	149	136
Übrige Pkw-Ausgaben	100	100	108	103	98
Autobahnvignette	x	x	x	x	x
Gebühren für Innenstadtzufahrt [3])	x	x	x	x	
Eisenbahnverkehr und ÖSPV [4])	100	100	100	100	110
Sonstige Verkehrsleistungen	100	100	100	100	100
Verkehrsausgaben insgesamt	100	122	117	112	108
	– Anteil an den Verkehrsausgaben in % –				
Pkw insgesamt	*88*	*90*	*90*	*89*	*88*
Pkw-Anschaffung	*37*	*30*	*34*	*34*	*35*
Kraftstoffe	*21*	*32*	*24*	*24*	*23*
darunter: Mineralölsteuer	*13*	*24*	*18*	*18*	*17*
Übrige Pkw-Ausgaben	*30*	*24*	*27*	*27*	*27*
Autobahnvignette	*0*	*2*	*3*	*3*	*3*
Gebühren für Innenstadtzufahrt [3])	*0*	*1*	*2*	*2*	*1*
Eisenbahnverkehr und ÖSPV [4])	*9*	*7*	*8*	*8*	*9*
Sonstige Verkehrsleistungen	*3*	*2*	*2*	*3*	*3*
Verkehrsausgaben insgesamt	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*
	– Anteil an den Haushaltsausgaben insgesamt in % –				
Pkw insgesamt	*12,6*	*15,8*	*15,0*	*14,4*	*13,7*
Pkw-Anschaffung	*5,3*	*5,3*	*5,8*	*5,5*	*5,4*
Kraftstoffe	*3,1*	*5,6*	*4,0*	*3,9*	*3,6*
darunter: Mineralölsteuer	*1,9*	*4,1*	*2,9*	*2,9*	*2,6*
Übrige Pkw-Ausgaben	*4,2*	*4,2*	*4,6*	*4,4*	*4,1*
Autobahnvignette	*0,0*	*0,4*	*0,4*	*0,4*	*0,4*
Gebühren für Innenstadtzufahrt [3])	*0,0*	*0,3*	*0,3*	*0,3*	*0,2*
Eisenbahnverkehr und ÖSPV [4])	*1,3*	*1,3*	*1,3*	*1,3*	*1,4*
Sonstige Verkehrsleistungen	*0,4*	*0,4*	*0,4*	*0,4*	*0,4*
Verkehrsausgaben insgesamt	*14,3*	*17,5*	*16,7*	*16,1*	*15,5*

[1]) Mineralölsteuererhöhung auf 2 DM je Liter VK und 2,18 DM je Liter DK, Autobahnvignette zum Preis von 300 DM/Jahr sowie Cordon-Pricing in Ballungsgebieten in Höhe von 5 DM je Zufahrt in die Innenstadt.
[2]) Kraftstoffverbrauch nach Struktur der Pkw-Neuzulassungen 1994; verbrauchsmindernde technische Maßnahmen um 25 %.
[3]) Nur für Ballungsgebiete.
[4]) ÖSPV = Öffentlicher Straßenpersonenverkehr.

Quelle: Berechnungen des DIW (DIW 1996c)

Tabelle V-3.7

Verkehrsausgaben der privaten Haushalte in Deutschland 1994 sowie Ergebnisse einer Modellrechnung zur Verteuerung der Pkw-Kosten und zu Anpassungsreaktionen – Szenario 3 –

Ausgabenkategorien	*Ausgangs-situation 1994*	*Nach Verteuerung*[1]	*Nach Anpassungsreaktionen der Haushalte*		
			Energie-effizienz[2]	*„Down-sizing"*	*Verkehrs-bezogene Wirkungen*
	– Mrd. DM –				
Pkw insgesamt	230,4	366,4	320,9	300,9	255,7
Pkw-Anschaffung	97,2	97,2	116,9	108,3	104,1
Kraftstoffe	56,0	188,7	107,7	103,2	76,8
darunter: Mineralölsteuer	35,2	150,6	86,0	82,3	61,3
Übrige Pkw-Ausgaben	77,2	77,2	92,9	86,1	73,4
Parkraumbewirtschaftung[3]	0,0	3,3	3,3	3,3	1,4
Eisenbahnverkehr und ÖSPV[4]	23,5	23,5	23,5	23,5	30,6
Sonstige Verkehrsleistungen	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6
Verkehrsausgaben insgesamt	261,6	397,6	352,0	332,0	293,9
	– Index (1994 = 100) –				
Pkw insgesamt	100	159	139	131	111
Pkw-Anschaffung	100	100	120	111	107
Kraftstoffe	100	337	192	184	137
darunter: Mineralölsteuer	100	427	244	234	174
Übrige Pkw-Ausgaben	100	100	120	111	95
Parkraumbewirtschaftung[3]	x	x	x	x	x
Eisenbahnverkehr und ÖSPV[4]	100	100	100	100	130
Sonstige Verkehrsleistungen	100	100	100	100	100
Verkehrsausgaben insgesamt	100	152	135	127	112
	– Anteil an den Verkehrsausgaben in % –				
Pkw insgesamt	*88*	*92*	*91*	*91*	*87*
Pkw-Anschaffung	*37*	*24*	*33*	*33*	*35*
Kraftstoffe	*21*	*47*	*31*	*31*	*26*
darunter: Mineralölsteuer	*13*	*38*	*24*	*25*	*21*
Übrige Pkw-Ausgaben	*30*	*19*	*26*	*26*	*25*
Parkraumbewirtschaftung[3]	*0*	*1*	*1*	*1*	*0*
Eisenbahnverkehr und ÖSPV[4]	*9*	*6*	*7*	*7*	*10*
Sonstige Verkehrsleistungen	*3*	*2*	*2*	*2*	*3*
Verkehrsausgaben insgesamt	*100*	*100*	*100*	*100*	*100*
	– Anteil an den Haushaltsausgaben insgesamt in % –				
Pkw insgesamt	*12,6*	*20,1*	*17,6*	*16,5*	*14,0*
Pkw-Anschaffung	*5,3*	*5,3*	*6,4*	*5,9*	*5,7*
Kraftstoffe	*3,1*	*10,3*	*5,9*	*5,7*	*4,2*
darunter: Mineralölsteuer	*1,9*	*8,3*	*4,7*	*4,5*	*3,4*
Übrige Pkw-Ausgaben	*4,2*	*4,2*	*5,1*	*4,7*	*4,0*
Parkraumbewirtschaftung[3]	*0,0*	*0,2*	*0,2*	*0,2*	*0,1*
Eisenbahnverkehr und ÖSPV[4]	*1,3*	*1,3*	*1,3*	*1,3*	*1,7*
Sonstige Verkehrsleistungen	*0,4*	*0,4*	*0,4*	*0,4*	*0,4*
Verkehrsausgaben insgesamt	*14,3*	*21,8*	*19,3*	*18,2*	*16,1*

[1]) Mineralölsteuererhöhung auf 4 DM je Liter VK und 4,36 DM je Liter DK sowie eine verstärkte Parkraumbewirtschaftung in Ballungsräumen (4 bis 5 DM/Stunde).
[2]) Kraftstoffverbrauch nach Struktur der Pkw-Neuzulassungen 1994; verbrauchsmindernde technische Maßnahmen um 25 %.
[3]) Nur in Ballungsgebieten.
[4]) ÖSPV = Öffentlicher Straßenpersonenverkehr.

Quelle: Berechnungen des DIW (DIW 1996c)

der Fahrzeuge erhöhen, ist das Down-Sizing mit einem Rückgang der Anschaffungskosten verbunden. Von der Verteuerung der Fahrleistungen insgesamt geht schließlich in einem gewissen Umfang auch eine reduzierende Wirkung auf den Pkw-Bestand aus. Im Gesamtergebnis der unterschiedlichen Effekte nehmen die Ausgaben für die Anschaffung der Fahrzeuge im Szenario 3 leicht um 7 % zu. In den Szenarien 1 und 2 bleiben sie in etwa konstant.

Die *gesamten Ausgaben für Pkw-Haltung und -Nutzung* liegen nach den verschiedenen Anpassungsreaktionen in den 3 Szenarien kaum noch auseinander. Die Erhöhung gegenüber dem Ausgangswert im Jahr 1994 beträgt 10 % im Szenario 1, 8 % im Szenario 2 und 11 % im Szenario 3. Entsprechend den verkehrlichen Verlagerungswirkungen unterscheiden sich die *Ausgabenerhöhungen für die öffentlichen Verkehrsmittel* stärker. Diese betragen im Szenario 3, demjenigen mit der höchsten Verteuerung, 30 %, in den Szenarien 1 und 2 dagegen deutlich weniger, nämlich 14 % bzw. 10 %.

3.2.2.2 Ausgabenwirkungen bei Unternehmen und Selbständigen

Die Ausgaben von Unternehmen und Selbständigen für Verkehrsleistungen und die maßnahmenbedingten Erhöhungen sind in der gleichen Darstellungsweise wie für die privaten Haushalte in den Tabellen V-3.8 und V-3.9 ausgewiesen.

Im Jahre 1994 gaben Unternehmen und Selbständige 67 Mrd. DM für Verkehrsleistungen ohne Berücksichtigung des Luftverkehrs aus, darunter mit 65 Mrd. DM den ganz überwiegenden Teil für Haltung und Betrieb von Pkw.

Die Verteuerungsmaßnahmen führen hier zu ähnlichen Effekten wie bei den privaten Haushalten. Das mit Abstand größte *Verteuerungsvolumen* entfällt auch hier auf die angenommene *Mineralölsteuererhöhung*, die einschließlich der Mehrwertsteuer ein zusätzliches Volumen von 31 Mrd. DM im Szenario 3 und von 11 Mrd. DM in den Szenarien 1 und 2 erbringt. Im Szenario 1 hat die *Gebührenerhebung auf Autobahnen* mit 5,4 Mrd. DM ebenfalls noch eine beachtliche Bedeutung, während die übrigen Maßnahmen wie *Autobahnvignette*, *Cordon Pricing* in den Innenstadtbereichen der Ballungsgebiete, *Parkraumbewirtschaftung* mit jeweils rund 1 Mrd. DM nur einen geringen Teil der Gesamtausgaben ausmachen.

Die *Ausgaben für Kraftstoffe* werden bei dieser Betrachtung mit den gleichen Effizienzannahmen reduziert wie bei den privaten Haushalten. Auch die *Kostensteigerung bei den Fahrzeugpreisen* wird entsprechend übertragen; hier wird allerdings eine reduzierte Händlerspanne von 15 % zugrunde gelegt. Ein Down-Sizing der Fahrzeuge wird nicht unterstellt. Einschließlich der verkehrlichen Reaktionen, die bei dem gewerblichen Einsatz von Pkw jedoch nur geringe Bedeutung haben, werden die ursprünglichen Verteuerungsimpulse bei den *gesamten Kfz-Kosten* hier nur relativ geringfügig reduziert: im Szenario 1 um 5 %, im Szenario 2 um 4 % und im Szenario 3 um 10 %.

Bezogen auf 1994 betragen die Steigerungen bei den *gesamten Ausgaben für Pkw-Haltung und -Nutzung* 22 % im Szenario 1, 16 % im Szenario 2 und 32 % im Szenario 3. Die Ausgabensteigerungen liegen damit um das Zwei- bis Dreifache über den entsprechenden Zunahmen bei den privaten Haushalten. Diese Unterschiede reflektieren die *geringere Preissensitivität beim gewerblichen oder beruflichen Einsatz von Personenkraftwagen*. Da diese Fahrten in der Regel Vorleistungen im Rahmen der betrieblichen Leistungserstellung sind, ist die geeignete Bezugsgröße, um die Bedeutung der Ausgaben zu kennzeichnen, der Produktionswert der Wirtschaftsbereiche. Der entsprechende Anteil lag 1994 bei 0,8 %. Durch die Verteuerungsmaßnahmen steigt er auf 1,0 % in den Szenarien 1 und 2, auf 1,1 % im Szenario 3. Angesichts der geringen Größenordnung dürften von dieser Erhöhung keine gravierenden Auswirkungen auf den Produktionsprozeß ausgehen.

3.2.3 Einkommensabhängige Folgen von Verteuerungen der Verkehrsleistungen

3.2.3.1 Die Bedeutung der Verkehrsausgaben in Abhängigkeit des verfügbaren Einkommens

Die vom Statistischen Bundesamt seit 1962/63 in zumeist 5jährigem Abstand in den Privathaushalten Deutschlands erhobene Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS) ist Grundlage für die Untersuchung der einkommensabhängigen Folgen von Verteuerungen der Verkehrsleistungen. In der EVS werden die Konsumausgaben der privaten Haushalte differenziert erfaßt und nach verschiedenen Verwendungsbereichen, u. a. auch für Verkehrszwecke, aufgegliedert. Die Auswertung der Stichprobe von 1993, die erstmals auch die Haushalte in Ostdeutschland erfaßt, war zum Zeitpunkt der Fertigstellung dieses Teils der TAB-Studie noch nicht verfügbar. Es wurde daher die Stichprobe von 1988 in den alten Bundesländern als letzte vollständig vorliegende Erhebung analysiert.

Der Schwerpunkt der EVS liegt in der Erfassung sämtlicher Ausgaben und Einnahmen der privaten Haushalte. Damit werden wichtige Daten zur Beurteilung der Einkommenssituation und der Konsumverhältnisse der Gesamtbevölkerung und verschiedener Teilgruppen geliefert. Mit dieser Differenzierung ist es möglich, die voraussichtlichen Auswirkungen von Einkommensänderungen, Steuererhöhungen, Änderungen der Verbraucherpreise u. a. auf das Verbrauchsverhalten von Haushaltsgruppen abzuschätzen.

In der EVS werden folgende Merkmale erhoben:

- Einnahmen der Haushalte differenziert nach Einkommensarten
- Verwendung der Einnahmen für
  - den privaten Verbrauch
  - Steuern und Abgaben
  - Beiträge zur Sozialversicherung und zu privaten Versicherungen
  - Rückzahlung von Schulden
  - Vermögensbildung
  - sonstige Zwecke

Tabelle V-3.8

Verkehrsausgaben der Unternehmen und Selbständigen[1]) in Deutschland 1994 sowie Ergebnisse einer Modellrechnung zur Verteuerung der Pkw-Kosten und zu Anpassungsreaktionen – Szenario 1 –

Ausgabenkategorien	*Ausgangs-situation 1994*	*Nach Verteuerung[2])*	*Nach Anpassungsreaktionen der Unternehmen/Selbständigen*	
			Energie-effizienz[3])	*Verkehrs-bezogene Wirkungen*
	– Mrd. DM –			
Pkw insgesamt	65,0	82,8	80,5	78,9
Pkw-Anschaffung	36,7	36,7	39,2	39,2
Kraftstoffe	10,4	21,7	15,6	15,2
darunter: Mineralölsteuer	7,1	16,9	12,1	11,8
Übrige Pkw-Ausgaben	17,8	17,8	19,0	18,7
Autobahngebühren	0,0	5,4	5,4	4,7
Gebühren für Innenstadtzufahrt[4])	0,0	1,2	1,2	1,2
Eisenbahnverkehr und ÖSPV[5])	1,7	1,7	1,7	2,2
Verkehrsausgaben insgesamt	66,7	84,5	82,2	81,2
	– Index (1994 = 100) –			
Pkw insgesamt	100	128	124	122
Pkw-Anschaffung	100	100	107	107
Kraftstoffe	100	208	150	145
darunter: Mineralölsteuer	100	238	171	166
Übrige Pkw-Ausgaben	100	100	107	105
Autobahngebühren	x	x	x	x
Gebühren für Innenstadtzufahrt[4])	x	x	x	x
Eisenbahnverkehr und ÖSPV[5])	100	100	100	132
Verkehrsausgaben insgesamt	100	127	123	122
	– Anteil an den Verkehrsausgaben in % –			
Pkw insgesamt	*97*	*98*	*98*	*97*
Pkw-Anschaffung	*55*	*43*	*48*	*48*
Kraftstoffe	*16*	*26*	*19*	*19*
darunter: Mineralölsteuer	*11*	*20*	*15*	*15*
Übrige Pkw-Ausgaben	*27*	*21*	*23*	*23*
Autobahngebühren	*0*	*6*	*7*	*6*
Gebühren für Innenstadtzufahrt[4])	*0*	*1*	*1*	*1*
Eisenbahnverkehr und ÖSPV[5])	*3*	*2*	*2*	*3*
Verkehrsausgaben insgesamt	*100*	*100*	*100*	*100*
	– Anteil am Produktionswert insgesamt in % –			
Pkw insgesamt	*0,8*	*1,0*	*1,0*	*1,0*
Pkw-Anschaffung	*0,5*	*0,5*	*0,5*	*0,5*
Kraftstoffe	*0,1*	*0,3*	*0,2*	*0,2*
darunter: Mineralölsteuer	*0,1*	*0,2*	*0,2*	*0,1*
Übrige Pkw-Ausgaben	*0,2*	*0,2*	*0,2*	*0,2*
Autobahngebühren	*0,0*	*0,1*	*0,1*	*0,1*
Gebühren für Innenstadtzufahrt[4])	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*
Eisenbahnverkehr und ÖSPV[5])	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*
Verkehrsausgaben insgesamt	*0,8*	*1,1*	*1,0*	*1,0*

[1]) Einschließlich Gebietskörperschaften, Sozialversicherung, Organisationen ohne Erwerbscharakter. Ohne Ausgaben für Flugverkehr und Taxifahrten.
[2]) Mineralölsteuererhöhung auf 2 DM je Liter VK und 2,18 DM je Liter DK, Autobahnbenutzungsgebühr für Pkw von 0,20 DM je km sowie Cordon-Pricing in Ballungsgebieten in Höhe von 5 DM je Zufahrt in die Innenstadt.
[3]) Kraftstoffverbrauch nach Struktur der Pkw-Neuzulassungen 1994; verbrauchsmindernde technische Maßnahmen um 25 %.
[4]) Nur für Ballungsgebiete.
[5]) ÖSPV = Öffentlicher Straßenpersonenverkehr.

Quelle: Berechnungen des DIW (DIW 1996 c)

Tabelle V-3.9

Verkehrsausgaben der Unternehmen und Selbständigen[1]) in Deutschland 1994 sowie Ergebnisse einer Modellrechnung zur Verteuerung der Pkw-Kosten und zu Anpassungsreaktionen – Szenario 2 –

Ausgabenkategorien	*Ausgangssituation 1994*	*Nach Verteuerung[2])*	*Nach Anpassungsreaktionen der Unternehmen/Selbständigen*	
			Energieeffizienz[3])	*Verkehrsbezogene Wirkungen*
	– Mrd. DM –			
Pkw insgesamt	65,0	78,2	75,9	75,2
Pkw-Anschaffung	36,7	36,7	39,2	39,2
Kraftstoffe	10,4	21,7	15,6	15,2
darunter: Mineralölsteuer	7,1	16,8	12,1	11,8
Übrige Pkw-Ausgaben	17,8	17,8	19,0	18,7
Autobahnvignette	0,0	0,8	0,8	0,8
Gebühren für Innenstadtzufahrt[4])	0,0	1,2	1,2	1,2
Eisenbahnverkehr und ÖSPV[5])	1,7	1,7	1,7	2,1
Verkehrsausgaben insgesamt	66,7	79,9	77,6	77,3
	– Index (1994 = 100) –			
Pkw insgesamt	100	120	117	116
Pkw-Anschaffung	100	100	107	107
Kraftstoffe	100	208	150	146
darunter: Mineralölsteuer	100	238	171	167
Übrige Pkw-Ausgaben	100	100	107	105
Autobahngebühren	x	x	x	x
Gebühren für Innenstadtzufahrt[4])	x	x	x	x
Eisenbahnverkehr und ÖSPV[5])	100	100	100	126
Verkehrsausgaben insgesamt	100	120	116	116
	– Anteil an den Verkehrsausgaben in % –			
Pkw insgesamt	*97*	*98*	*98*	*97*
Pkw-Anschaffung	*55*	*46*	*51*	*51*
Kraftstoffe	*16*	*27*	*20*	*20*
darunter: Mineralölsteuer	*11*	*21*	*16*	*15*
Übrige Pkw-Ausgaben	*27*	*22*	*24*	*24*
Autobahngebühren	*0*	*1*	*1*	*1*
Gebühren für Innenstadtzufahrt[4])	*0*	*2*	*2*	*2*
Eisenbahnverkehr und ÖSPV[5])	*3*	*2*	*2*	*3*
Verkehrsausgaben insgesamt	*100*	*100*	*100*	*100*
	– Anteil am Produktionswert insgesamt in % –			
Pkw insgesamt	*0,8*	*1,0*	*1,0*	*1,0*
Pkw-Anschaffung	*0,5*	*0,5*	*0,5*	*0,5*
Kraftstoffe	*0,1*	*0,3*	*0,2*	*0,2*
darunter: Mineralölsteuer	*0,1*	*0,2*	*0,2*	*0,1*
Übrige Pkw-Ausgaben	*0,2*	*0,2*	*0,2*	*0,2*
Autobahngebühren	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*
Gebühren für Innenstadtzufahrt[4])	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*
Eisenbahnverkehr und ÖSPV[5])	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*
Verkehrsausgaben insgesamt	*0,8*	*1,0*	*1,0*	*1,0*

[1]) Einschließlich Gebietskörperschaften, Sozialversicherung, Organisationen ohne Erwerbscharakter. Ohne Ausgaben für Flugverkehr und Taxifahrten.
[2]) Mineralölsteuererhöhung auf 2 DM je Liter VK und 2,18 DM je Liter DK, Autobahnvignette zum Preis von 300 DM/Jahr sowie Cordon-Pricing in Ballungsgebieten in Höhe von 5 DM je Zufahrt in die Innenstadt.
[3]) Kraftstoffverbrauch nach Struktur der Pkw-Neuzulassungen 1994; verbrauchsmindernde technische Maßnahmen um 25 %.
[4]) Nur für Ballungsgebiete.
[5]) ÖSPV = Öffentlicher Straßenpersonenverkehr.

Quelle: Berechnungen des DIW (DIW 1996c)

Tabelle V-3.10

Verkehrsausgaben der Unternehmen und Selbständigen[1]) in Deutschland 1994 sowie Ergebnisse einer Modellrechnung zur Verteuerung der Pkw-Kosten und zu Anpassungsreaktionen – Szenario 3 –

Ausgabenkategorien	*Ausgangs-situation 1994*	*Nach Verteuerung[2])*	*Nach Anpassungsreaktionen der Unternehmen/Selbständigen*	
			Energie-effizienz[3])	*Verkehrs-bezogene Wirkungen*
	– Mrd. DM –			
Pkw insgesamt	65,0	96,4	88,2	86,0
Pkw-Anschaffung	36,7	36,7	42,9	42,9
Kraftstoffe	10,4	41,0	23,7	22,2
darunter: Mineralölsteuer	7,1	33,7	19,4	18,2
Übrige Pkw-Ausgaben	17,8	17,8	20,8	20,1
Parkraumbewirtschaftung[4])	0,0	0,9	0,9	0,8
Eisenbahnverkehr und ÖSPV[5])	1,7	1,7	1,7	2,8
Verkehrsausgaben insgesamt	66,7	98,1	89,9	88,9
	– Index (1994 = 100) –			
Pkw insgesamt	100	148	136	132
Pkw-Anschaffung	100	100	117	117
Kraftstoffe	100	393	227	212
darunter: Mineralölsteuer	100	475	274	256
Übrige Pkw-Ausgaben	100	100	117	113
Parkraumbewirtschaftung[4])	x	x	x	x
Eisenbahnverkehr und ÖSPV[5])	100	100	100	167
Verkehrsausgaben insgesamt	100	147	135	133
	– Anteil an den Verkehrsausgaben in % –			
Pkw insgesamt	*97*	*98*	*98*	*97*
Pkw-Anschaffung	*55*	*37*	*48*	*48*
Kraftstoffe	*16*	*42*	*26*	*25*
darunter: Mineralölsteuer	*11*	*34*	*22*	*20*
Übrige Pkw-Ausgaben	*27*	*18*	*23*	*23*
Parkraumbewirtschaftungt[4])	*0*	*1*	*1*	*1*
Eisenbahnverkehr und ÖSPV[5])	*3*	*2*	*2*	*3*
Verkehrsausgaben insgesamt	*100*	*100*	*100*	*100*
	– Anteil am Produktionswert insgesamt in % –			
Pkw insgesamt	*0,8*	*1,2*	*1,1*	*1,1*
Pkw-Anschaffung	*0,5*	*0,5*	*0,5*	*0,5*
Kraftstoffe	*0,1*	*0,5*	*0,3*	*0,3*
darunter: Mineralölsteuer	*0,1*	*0,4*	*0,2*	*0,2*
Übrige Pkw-Ausgaben	*0,2*	*0,2*	*0,3*	*0,3*
Parkraumbewirtschaftung[4])	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*
Eisenbahnverkehr und ÖSPV[5])	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*
Verkehrsausgaben insgesamt	*0,8*	*1,2*	*1,1*	*1,1*

[1]) Einschließlich Gebietskörperschaften, Sozialversicherung, Organisationen ohne Erwerbscharakter. Ohne Ausgaben für Flugverkehr und Taxifahrten.
[2]) Mineralölsteuererhöhung auf 4 DM je Liter VK und 4,36 DM je Liter DK sowie eine verstärkte Parkraumbewirtschaftung in Ballungsräumen (4 bis 5 DM/Stunde).
[3]) Kraftstoffverbrauch nach Struktur der Pkw-Neuzulassungen 1994; verbrauchsmindernde technische Maßnahmen um 40 %.
[4]) Nur in Ballungsgebieten.
[5]) ÖSPV = Öffentlicher Straßenpersonenverkehr.

Quelle: Berechnungen des DIW (DIW 1996c)

Als Bezugsgröße für den privaten Verbrauch der Haushalte wird das *ausgabefähige Einkommen* herangezogen. Das ausgabefähige Einkommen ergibt sich aus dem Haushaltsnettoeinkommen zuzüglich Vermögensübertragungen und Einnahmen aus dem Verkauf von Waren (STABU 1993). Eine weitere wichtige Größe zur Beschreibung der wirtschaftlichen Situation eines Haushaltes ist die Ersparnis. Diese wird aus den Ausgaben für die Vermögensbildung zuzüglich der Rückzahlung von Krediten, abzüglich der Einnahmen aus Vermögensumwandlung sowie Kreditaufnahmen und Zinsen für Baudarlehen gebildet.

Anhand der zeitlichen Fortschreibung der EVS läßt sich ein Bild der wirtschaftlichen Entwicklung von Haushaltsgruppen erstellen und die relative Bedeutung der Mobilität in der vergangenen Zeitperiode anhand des Anteils der Verkehrsausgaben am ausgabefähigen Einkommen untersuchen. Diese Daten zeigen die erheblichen Änderungen in der Struktur des privaten Konsums. So lagen die Verkehrsausgaben im Jahre 1978 in allen Einkommensklassen unter den Ausgaben für Nahrungsmittel, auf die generell der größte Teil des Einkommens entfiel. In den niedrigeren Einkommensklassen übertrafen auch die Ausgaben für Miete und Energie diejenigen für Mobilitätszwecke.

Im Jahre 1988 entfielen in den unteren Einkommensklassen rund 50 % des Privaten Verbrauchs auf die Ausgaben für Miete und Nahrungsmittel. Mit steigendem Einkommen haben allerdings die Verkehrsausgaben eine zunehmend höhere Priorität. So übertrafen sie 1988 bei den Haushalten mit einem Einkommen von über 6 000 DM die Ausgaben für Nahrungsmittel und wiesen den größten Anteil aller Verwendungsbereiche am ausgabefähigen Einkommen auf.

Die nach dem Haushaltseinkommen differenzierten Ergebnisse zeigen, daß die absoluten Beträge, die die Haushalte für Mobilitätszwecke ausgeben, mit steigendem Einkommen zunehmen, ohne daß eine Sättigung – etwa in den oberen Einkommensklassen – zu erkennen ist. Der *Anteil, den die Verkehrsausgaben insgesamt am jeweiligen ausgabefähigen Einkommen haben*, nimmt zunächst mit steigendem Einkommen zu. Im Jahre 1988 stieg er von rund 7 % in den unteren Klassen bis auf 15 % in den Gruppen mit einem monatlichen Nettoeinkommen von rund 4 000 DM. Danach war er rückläufig bis auf 11 % in der Einkommensklasse 10 000 bis 25 000 DM. Die Bedeutung der Verkehrsausgaben nimmt dabei im Zeitverlauf in allen Einkommensklassen zu. Wie in Tabelle V-3.11 dargestellt, wird die *Motorisierung der Haushalte*, d. h. die Verfügbarkeit eines Personenkraftwagens, in hohem Maße vom Haushaltsnettoeinkommen bestimmt.

Die mit steigendem Einkommen deutlich zunehmende Motorisierung ist für die Interpretation der Daten zu den Verkehrsausgaben in den einzelnen Einkommensklassen von Bedeutung. Die Verkehrsausgaben zeigen nicht die tatsächlichen Belastungen der motorisierten Haushalte, sondern geben einen Durchschnittswert für Pkw-besitzende Haushalte

Tabelle V-3.11

Motorisierungsgrad der privaten Haushalte und Anteil der Verkehrsausgaben der motorisierten Haushalte am privaten Verbrauch im Jahr 1988 zu Preisen 1985 (%)

Monatliches Nettoeinkommen	*Motorisierungsgrad 1988*	*Anteil der Verkehrsausgaben 1988 am privaten Verbrauch*
– DM –	– % –	– % –
unter 800	*19,5*	*38,5*
800– 1 000	*21,6*	*27,0*
1 000– 1 200	*24,9*	*28,7*
1 200– 1 400	*31,7*	*24,2*
1 400– 1 600	*43,1*	*18,7*
1 600– 1 800	*53,2*	*19,5*
1 800– 2 000	*63,3*	*19,0*
2 000– 2 200	*69,9*	*19,2*
2 200– 2 500	*79,0*	*19,2*
2 500– 3 000	*85,0*	*19,5*
3 000– 3 500	*90,7*	*19,2*
3 500– 4 000	*92,6*	*20,9*
4 000– 4 500	*94,4*	*20,7*
4 500– 5 000	*95,9*	*20,7*
5 000–10 000	*97,1*	*22,2*
10 000–25 000	*93,9*	*23,1*
Durchschnitt	*67,8*	*22,5*

Quelle: Berechnungen des DIW (DIW 1996c)

Tabelle V-3.12

Fahrleistung der motorisierten Haushalte nach Einkommensklassen im Jahre 1988

Monatliches Nettoeinkommen	*Ausgabefähiges Einkommen*	*Fahrleistung*		*Autobahnanteil*
– DM –		– km –		– % –
		Insgesamt	Autobahn	
unter 800	723	9 000	1 980	*22*
800– 1 000	929	9 900	2 376	*24*
1 000– 1 200	1 125	10 800	2 700	*25*
1 200– 1 800	1 515	8 600	2 236	*26*
1 800– 2 000	1 925	10 100	2 727	*27*
2 000– 2 500	2 141	9 800	2 744	*28*
2 500– 3 000	2 813	12 200	3 538	*29*
3 000– 4 000	3 340	13 900	4 170	*30*
4 000– 5 000	4 404	15 100	4 832	*32*
5 000–25 000	8 565	18 600	6 510	*35*

Quelle: Berechnungen des DIW (DIW 1996c)

und Haushalte ohne Pkw wieder. Da die nach Einkommenshöhe differenzierten Daten als Grundlage für die Berechnung der Verteuerungswirkungen der preispolitischen Szenariomaßnahmen auf Pkw-Besitzer dienen sollen, ist es erforderlich, die Ausgaben für Haltung und Nutzung der Pkw um die Motorisierungsquote in den jeweiligen Einkommensklassen zu bereinigen und so die durchschnittlichen Ausgaben der motorisierten Haushalte darzustellen. Das Ergebnis der Berechnungen ist für die Anteile am privaten Verbrauch in Tabelle V-3.11 ausgewiesen.

Eine starke Einkommensabhängigkeit zeigt sich bei der *durchschnittlichen Fahrleistung je Haushalt*. Auch der Anteil der *Autobahnkilometer* nimmt mit steigendem Einkommen deutlich zu. Von der niedrigsten bis zur höchsten Einkommensklasse ergibt sich eine kontinuierliche Erhöhung des BAB-Anteils von 22% auf 35% (Tab. V-3.12).

3.2.3.2 Wirkung der Szenario-Maßnahmen auf Haushaltsgruppen

Die Auswirkungen der in dieser Studie zugrunde gelegten preislichen Maßnahmen auf die Haushaltsgruppen werden analog zur Analyse der aggregierten Ausgaben auf die Strukturen eines zurückliegenden Basisjahres, nämlich die der EVS 1988, bezogen. Die Konsequenzen der Szenario-Maßnahmen können damit in der Detaillierung der EVS analysiert werden und die Komplexität von Szenario-Prognosen wird vermieden.

Die preislichen Annahmen, die in den Szenarien auf 1994 bezogen sind, werden für die Analyse auf das Jahr 1988 diskontiert. Da sich die Kraftstoffausgaben der Haushalte in der EVS nicht nach der Kraftstoffart differenzieren lassen, wird ein gewichteter Kraftstoffpreis verwendet, der die Verbrauchsanteile der einzelnen Kraftstoffarten berücksichtigt.

Die in den Abschnitten V-3.2.1 und V-3.2.2 berechneten aggregierten verkehrlichen und ökonomischen Auswirkungen der einzelnen Szenarien werden auf die Gesamtwerte für die einzelnen Gruppen übertragen. Damit werden hier die gleichen Haushaltsreaktionen unterstellt wie in der aggregierten Analyse.

Zusätzlich wird bei der Differenzierung der Belastungsgrößen nach Haushaltsgruppen berücksichtigt, daß die Haushalte mit steigendem Einkommen durchweg leistungsstärkere Fahrzeuge besitzen und daher der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch zunimmt. Auch der Anteil der Autobahnnutzung an den Fahrleistungen steigt mit dem Einkommen.

Die Belastungsrechnungen wurden für die nach dem Nettoeinkommen differenzierten motorisierten Haushaltsgruppen und für die drei betrachteten Szenarien durchgeführt. Ermittelt werden die Ausgaben der motorisierten Haushalte für Pkw-Haltung und -Nutzung im Basisjahr 1988 und für die Szenarien. Um die quantitative Bedeutung der einzelnen Haushaltsgruppen zu kennzeichnen, sind in Tabelle V-3.13 die Besetzungszahlen der Einkommensklassen angegeben.

Tabelle V-3.13

Haushalte insgesamt und Haushalte mit Pkw nach Einkommensklassen im Jahre 1988

Monatliches Nettoeinkommen	*Haushalte insgesamt*		*Haushalte mit Pkw*	
	– Mio. –	*– % –*	*– Mio. –*	*– % –*
unter 800	0,3	*1,1*	0,05	*0,3*
800– 1 000	0,6	*2,6*	0,14	*0,7*
1 000– 1 200	0,8	*3,4*	0,21	*1,1*
1 200– 1 400	1,0	*4,0*	0,31	*1,6*
1 400– 1 600	1,1	*4,6*	0,49	*2,5*
1 600– 1 800	1,2	*4,7*	0,62	*3,2*
1 800– 2 000	1,2	*4,9*	0,76	*3,9*
2 000– 2 200	1,2	*4,7*	0,81	*4,2*
2 200– 2 500	1,7	*6,8*	1,32	*6,9*
2 500– 3 000	2,6	*10,4*	2,18	*11,3*
3 000– 3 500	2,2	*9,1*	2,03	*10,5*
3 500– 4 000	2,1	*8,4*	1,92	*9,9*
4 000– 4 500	1,8	*7,3*	1,69	*8,8*
4 500– 5 000	1,5	*6,1*	1,50	*7,8*
5 000– 6 000	2,2	*8,9*	2,13	*11,0*
6 000– 7 000	1,3	*5,2*	1,25	*6,5*
7 000– 8 000	0,8	*3,0*	0,73	*3,8*
8 000–10 000	0,7	*3,0*	0,72	*3,7*
10 000–25 000	0,5	*1,9*	0,45	*2,3*
Haushalte Insg.	24,7	*100,0*	19,3	*100,0*

Quelle: Berechnungen des DIW (DIW 1996c)

Wie zu erwarten, *führen die Maßnahmen der drei Szenarien in allen Einkommensklassen zu erhöhten monatlichen Verkehrsausgaben*. Dabei wirken die Szenarien hinsichtlich der Höhe der zusätzlichen Belastung im Mittel aller Haushalte nicht sehr unterschiedlich. So betragen die durchschnittlichen zusätzlichen maßnahmenbedingten Mehrausgaben:

– im Szenario 1	55 DM (24– 79 DM)
– im Szenario 2	42 DM (30– 60 DM)
– im Szenario 3	54 DM (18–102 DM).

Bei einer Betrachtung der Belastungsverteilung nach Einkommensklassen zeigt sich, daß die *Differenzierung der zusätzlichen Kosten zwischen den Gruppen unterschiedlich stark ausgeprägt ist*. So beträgt im Szenario 2 die zusätzliche Belastung in der höchsten Einkommensklasse mit 60 DM das Doppelte des Wertes der einkommensschwächsten Gruppe. Im Szenario 1 beträgt der entsprechende Wert etwa das Dreifache und im Szenario 3 mehr als das Fünffache.

Diese Differenzen resultieren aus den unterschiedlichen Ansatzebenen der preislichen Maßnahmen. So bewirkt im Szenario 2 u. a. die Autobahnvignette durch den fahrleistungsunabhängigen Pauschalbe-

Tabelle V-3.14

Belastung motorisierter Haushalte in den Szenarien

Veränderung der MIV-Ausgaben in % der Ersparnis	*Einkommen*	*Personen*	*Haushalte*	*Anteil der Haushalte*
	DM	*Mill.*		*%*
	– Szenario 1 –			
über 80 [1])	bis 1 800	4,7	1,9	*10,0*
25 – 80	1 800 – 3 000	12,2	5,1	*26,0*
10 – 25	3 000 – 4 500	13,6	5,6	*29,0*
unter 10	über 4 500	16,5	6,8	*35,0*
Haushalte insgesamt		*47,0*	*19,3*	*100,0*
	– Szenario 2 –			
über 80 [1])	bis 1 800	4,7	1,9	*10,0*
25 – 80	1 800 – 3 000	12,2	5,0	*26,0*
10 – 25	3 000 – 4 500	9,4	3,9	*20,0*
unter 10	über 4 500	20,7	8,5	*44,0*
Haushalte insgesamt		*47,0*	*19,3*	*100,0*
	– Szenario 3 –			
über 80 [1])	bis 1 800	4,7	1,9	*10,0*
25 – 80	1 800 – 3 000	12,2	5,0	*26,0*
10 – 25	3 000 – 4 500	13,6	5,6	*29,0*
unter 10	über 4 500	16,5	6,8	*35,0*
Haushalte insgesamt		*47,0*	*19,3*	*100,0*

[1]) Einschl. der Haushalte mit negativer Ersparnis

Quelle: Berechnungen des DIW (DIW 1996c)

trag eine relativ gleichmäßige Belastung der Einkommensgruppen. Im Szenario 3 dagegen bewirkt die hohe Mineralölbesteuerung, daß die oberen Einkommensgruppen aufgrund ihrer höheren Fahrleistung und der leistungsstärkeren Fahrzeuge mit überdurchschnittlichem Kraftstoffverbrauch deutlich höhere zusätzliche Ausgaben haben.

Dementsprechend fällt die *auf das jeweilige Haushaltseinkommen bezogene* zusätzliche Belastung im Szenario 3 gleichmäßiger aus als in den anderen Szenarien. Während hier die niedrigste Einkommensgruppe 2,5 % ihres Einkommens für die Verkehrsverteuerung aufbringen muß, beträgt der Anteil in der höchsten Einkommenskategorie 0,8 %. Diese regressive Verteilung der relativen Einkommensbelastung ist in den anderen beiden Szenarien viel deutlicher ausgeprägt, am stärksten im Szenario 2, in dem die entsprechenden Anteilssätze 4,1 % bzw. 0,5 % betragen.

Um die von den preislichen Maßnahmen verursachten zusätzlichen Kosten mit der ökonomischen Belastungsfähigkeit der Haushalte in Beziehung zu setzen, wird *das Verhältnis der szenariobedingten zusätzlichen MIV-Ausgaben und der jeweiligen Haushaltsersparnis* gebildet. Die Ersparnis ist der einzige kurzfristig variable Parameter des Haushaltsbudgets und eignet sich daher als Bezugsgröße zur Kennzeichnung des Anpassungs- und Veränderungsdrucks, der von der Kostenerhöhung ausgeht und längerfristig zu Veränderungen bzw. Umschichtungen in den Haushaltsbudgets führt.

Anhand dieser Relation werden die Haushalte in *vier Belastungsgruppen* eingeteilt, für die die Reaktionen jeweils gesondert betrachtet werden:

- *Gruppe 1* umfaßt diejenigen Haushalte, bei denen die zusätzlichen monatlichen Kosten mehr als 80 % der Ersparnis ausmachen. Hier wird davon ausgegangen, daß die durch die Szenario-Maßnahmen verursachten Kosten *nicht durch Umschichtungen im Haushaltsbudget ausgeglichen werden können.* Die Haushalte dieser Gruppe werden überwiegend auf die Haltung und Nutzung eines eigenen Pkw verzichten.

- *Gruppe 2* umfaßt die Haushalte, deren zusätzliche Belastung zwischen 25 und 80 % ihrer Ersparnis liegt.
- *Gruppe 3* enthält die Haushalte mit verkehrlichen Mehrausgaben von 10 bis 25 % der monatlichen Ersparnis.
- *Gruppe 4* besteht aus den Haushalten, deren szenariobedingte Mehrausgaben nur bis zu 10 % ihrer Ersparnis ausmachen.

Tabelle V-3.14 zeigt die Verteilung der Haushaltseinkommensklassen auf die vier Gruppen. Die Zuordnung variiert zwischen den Szenarien etwas, da die preislichen Maßnahmen je nach ihrer Zusammensetzung zu unterschiedlichen Belastungserhöhungen führen.

- Auf die *Gruppe 1* entfallen in allen Szenarien 1,9 Mill. Haushalte mit insgesamt 4,7 Mill. Haushaltsangehörigen. Dies entspricht 10 % aller motorisierten Haushalte. Die Szenario-Maßnahmen verursachen bei diesen Haushalten zusätzliche Kosten, *die durch Umschichtungen des Budgets in der Regel nicht mehr ausgeglichen werden können*, da die durch die Szenario-Maßnahmen verursachten Belastungen die Ersparnis z. T. bei weitem übertreffen. Diese Gruppe kann sich zu einem großen Teil einen eigenen Pkw nicht mehr leisten und muß verstärkt öffentliche Verkehrsmittel oder das Fahrrad benutzen bzw. ihre Wege zu Fuß zurücklegen.
- *Gruppe 2* umfaßt in allen Szenarien die Einkommensklassen zwischen 1 800 und 3 000 DM. Darauf entfällt etwa ein Viertel aller motorisierten Haushalte (5 Mill.) mit 12,2 Mill. Haushaltsangehörigen. Diese Haushaltsgruppe *kann zusätzliche Belastungen grundsätzlich mit eigenen Mitteln ausgleichen*. Die Reaktionen auf die Verteuerungen werden allerdings relativ stark ausfallen.
- In *Gruppe 3* variiert die obere Einkommensgrenze zwischen den Szenarien etwas. Im Szenario 2, demjenigen mit der geringsten Gesamtbelastung, liegt sie bei 4 000 DM, in den Szenarien 1 und 2 bei 4 500 DM. Demzufolge entfallen im Szenario 2 auf diese Gruppe 3,9 Mill. der motorisierten Haushalte (20 %) und in den Szenarien 1 und 3 jeweils 5,6 Mill. (29 %). Bei den Angehörigen dieser Gruppe *sind die Veränderungen bei den Verkehrsausgaben zwar spürbar, aber nicht einschneidend*. Die Reaktionen dürften daher von mittlerer Stärke sein und sich möglicherweise eher auf den Freizeitverkehr als auf die „notwendigen" Fahrten im Berufs- und im Ausbildungsverkehr beziehen.
- *Gruppe 4* umfaßt diejenigen Haushalte, deren Einkommen über den oberen Grenzen von Gruppe 3 liegt. Im Szenario 2 sind dies 8,5 Mill. motorisierte Haushalte (44 %), in den Szenarien 1 und 3 6,8 Mill. (35 %) mit 20,7 Mill. bzw. 16,5 Mill. Angehörigen. Die zusätzlichen Belastungen *reduzieren hier die durchschnittliche monatliche Ersparnis nur um 5 %*. Die Pkw-Mobilität der Haushalte dürfte von den Maßnahmen nur geringfügig betroffen werden.

3.2.4 Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Mit den bisherigen Steuer- und Abgabemodellen standen nur relativ allgemein und pauschal einsetzbare preispolitische Instrumente zur Verfügung. Moderne IuK-Techniken bieten ganz neue Möglichkeiten, preisliche Maßnahmen gezielt zur Verkehrslenkung einzusetzen. Dies ist insbesondere auch deshalb von Bedeutung, weil signifikante Beiträge dieser neuen Techniken zur Erreichung der angestrebten verkehrspolitischen Ziele allein aufgrund ihrer Informationsfunktion nicht zu erwarten sind (s. Abschnitt V.2).

Es bestehen jedoch erhebliche *Einwände gegen den Einsatz preislicher Maßnahmen im Verkehrsbereich*, die keineswegs nur von Interessenverbänden vorgetragen werden. Ein Haupteinwand betrifft die *Effizienz der Lenkungswirkung*, insbesondere angesichts der mit dem Einsatz dieser Maßnahmen verbundenen Kosten. Ein weiterer Einwand bezieht sich auf die *soziale Unausgewogenheit dieser Maßnahmen*. Um die Wirksamkeit dieser Maßnahmen und ihre Folgen für Privathaushalte sowie Unternehmen und Selbständige besser beurteilen zu können, führte das DIW im Auftrag des TAB die in Abschnitt V.3.2 zusammenfassend dargestellten Modellrechnungen für den Bereich des *Personenstraßenverkehrs* durch.

In den diesen Modellrechnungen zugrundegelegten *„Preisszenarien"* wurden vor allem die Instrumente der *Straßenbenutzungsgebühren* und der *Mineralölsteuer* berücksichtigt.

Hinsichtlich der Höhe der Gebühren und Steuerbelastungen wurden für die einzelnen Szenarien Größenordnungen angenommen, die sich sowohl von der derzeitigen Situation als auch untereinander ausreichend deutlich unterscheiden, um zu gewährleisten, daß die Wirksamkeits- und Folgenanalysen nicht lediglich graduelle Fortschreibungen des Status-quo, sondern *deutlich voneinander abgesetzte, unterschiedliche verkehrspolitische Konzeptionen quantitativ bewerten*. Ein wesentliches Merkmal der Preisszenarien ist der *Ankündigungseffekt*, der langfristige Verhaltensanpassungen an die veränderten Gegebenheiten ermöglichen soll. Die Szenarienmaßnahmen sind in einem Zeitraum von fünfzehn Jahren umzusetzen, um *genügend zeitlichen Spielraum für diese Anpassungen* zur Verfügung zu haben.

Es ist nachdrücklich darauf hinzuweisen, daß die getroffenen Annahmen *nicht den Charakter von politischen Handlungsempfehlungen haben*. Ziel der Untersuchung ist es, die betroffenen Gruppen einzugrenzen und den Grad der Betroffenheit von den ausgewählten Maßnahmen sowie die Reaktionsmöglichkeiten auf diese Maßnahmen abzuschätzen. *Erst wenn die Ergebnisse dieser Analysen vorliegen, kann – und muß – über die Zumutbarkeit und die politische Durchsetzbarkeit der Maßnahmen bzw. Maßnahmenbündel diskutiert werden.*

Die Untersuchungen zur *verkehrlichen Wirksamkeit preislicher Maßnahmen im Personenstraßenverkehr*

zeigen, daß Maßnahmen, die im Sinne der analysierten Preisszenarien angelegt sind, *verkehrliche Effizienz-, Verlagerungs- und Vermeidungsreaktionen der privaten Haushalte erwarten lassen*, die den in dieser Studie im Vordergrund stehenden verkehrspolitischen Zielen entsprechen. So sind je nach Szenario *Fahrleistungsreduktionen des motorisierten Individualverkehrs* zwischen 8,8 % und 25,6 % zu erwarten. Durch die bessere Auslastung der Fahrzeuge liegen die *Verminderungen der Verkehrsleistung* jedoch nur zwischen 5,7 % und 17,1 %. Besonders bemerkenswert ist die zu erwartende erhebliche *Verminderung des Kraftstoffverbrauchs* um 36,5 % bis 59,3 % und die damit verbundene Reduktion der CO_2-Emissionen aus dem Verkehr in gleicher Größenordnung. Die ausgeprägtesten Verminderungen werden dabei für das Szenario 3 (drastische Mineralölsteuererhöhung) abgeschätzt. Bei *Unternehmen und Selbständigen* sind die Auswirkungen der zusätzlichen Kostenbelastungen erheblich geringer als bei privaten Haushalten, da insbesondere bei Unternehmen Pkw-Fahrten in der Regel Vorleistungen im Rahmen der betrieblichen Leistungserstellung sind, deren Kosten nur geringe Bedeutung innerhalb des Produktionsprozesses haben. Ein gravierendes Problem ergibt sich bei starken Mineralölsteueranhebungen durch die *Umgehungsmöglichkeiten* (Tanken im Ausland) im Falle eines nationalen Alleingangs.

Die errechneten Fahrleistungsreduktionen *müssen nicht mit Mobilitätseinbußen verbunden sein*, da die privaten Haushalte sich langfristig an die veränderten Gegebenheiten anpassen können. Die *Anpassungsreaktionen* der privaten Haushalte bestehen dabei einmal in fahrzeugbezogenen Reaktionen, wie dem Kauf kleinerer Fahrzeuge und von Fahrzeugen mit neuen, sparsameren Motoren, sowie in verkehrsbezogenen Reaktionen, wie der Verlagerung von Pkw-Fahrten auf andere Verkehrsmittel, Vermeidung von Fahrten, veränderte Zielwahl und bessere Fahrzeugauslastung.

Die Ergebnisse stehen in Einklang mit denen früherer Studien, die ebenfalls die Wirksamkeit preislicher Maßnahmen, speziell zur Reduktion von CO_2-Emissionen aus dem Verkehr, untersucht haben. So weist eine im Auftrag des Bundesverkehrsministeriums (BMV) von PROGNOS erstellte Studie nach, daß eine Erhöhung der Mineralölsteuer die wirksamste von insgesamt 22 untersuchten Maßnahmen zur Verminderung der CO_2-Emissionen (PROGNOS 1991) ist. Auch eine ebenfalls im Auftrag des BMV erstellte Studie des ifo-Instituts bestätigt die hohe Effizienz preislicher Maßnahmen im Hinblick auf die CO_2-Minderung im Verkehr (ifo 1995).

Die Anpassungsreaktionen auf die untersuchten preislichen Maßnahmen führen dazu, daß die zu erwartenden *Belastungen der Privathaushalte* geringer ausfallen, als es einfache Hochrechnungen der Szenarioannahmen vermuten lassen. So würden die angenommenen Mineralölsteuererhöhungen allein in Szenario 1 und 2 eine mittlere monatliche Mehrbelastung um etwa 100,– DM pro Haushalt und in Szenario 3 um etwa 300,– DM erwarten lassen. Tatsächlich ergeben die Untersuchungen des DIW jedoch, daß es, bedingt durch die Anpassungsmaßnahmen, nur zu einer mittleren monatlichen Mehrbelastung von etwa 50,– DM pro Haushalt kommen würde. Die Kosten je Pkw-Kilometer steigen dabei, bezogen auf den Wert von 1994, in den Szenarien 1 und 2 um etwa 20 % und im Szenario 3 um 48 %; die gesamten Verkehrsausgaben steigen nur um 8 bis 12 %.

Die zusätzliche Kostenbelastung des Pkw-Verkehrs durch die Mineralölsteuererhöhung einschließlich Mehrwertsteuer und die Straßenbenutzungsgebühren führt zu *Mehreinnahmen* von über 30 Mrd. DM jährlich. Im Szenario 1 werden die errechneten Mehreinnahmen von etwa 37 Mrd. DM jährlich mit etwa 25 Mrd. DM jährlich zum größten Teil durch die Straßenbenutzungsgebühren erzielt. Im Szenario 3 werden die errechneten Mehreinnahmen von etwa 34 Mrd. DM jährlich fast ausschließlich durch die angenommene Mineralölsteuer erreicht, die flankierend angenommene Parkraumbewirtschaftung trägt mit etwa 2 Mrd. DM jährlich zu dem genannten Betrag bei.

Die vom DIW im Rahmen dieser Studie weiterhin durchgeführte Analyse zu den *Folgen preislicher Maßnahmen im motorisierten Individualverkehr in Abhängigkeit von der Einkommenshöhe* zeigt, daß diese Maßnahmen sehr unterschiedliche Auswirkungen auf die finanzielle Situation der Haushalte mit Pkw haben würden. Als Indikator für die Belastungssituation wurde das Verhältnis der zusätzlichen Kostenbelastung zur Ersparnis der Haushalte gewählt. Eine erhebliche Belastung wird angenommen, wenn dieses Verhältnis größer als 80 % ist. Den Untersuchungen kann entnommen werden, daß etwa 10 % der Haushalte mit Pkw (2 Mill. Haushalte mit rund 5 Mill. Haushaltsangehörigen) durch die preislichen Maßnahmen in ihrer Automobilität erheblich eingeschränkt würden. Etwa 25 % der Haushalte mit Pkw könnten die zusätzlichen Belastungen grundsätzlich mit eigenen Mitteln ausgleichen, ihre Reaktionen auf die Verteuerungen würden allerdings relativ stark ausfallen. Für etwa 65 % der Haushalte mit Pkw würden die preislichen Maßnahmen zu nur geringen oder vernachlässigbaren Auswirkungen auf die finanzielle Haushaltssituation führen.

Angesichts dieser Ergebnisse sollte, falls eine Umsetzung dieser Option (oder von Elementen dieser Option) in Betracht gezogen würde, erwogen werden, einen Mindeststandard an notwendigen Verkehrsleistungen für die besonders betroffenen Einkommensgruppen durch entsprechende *Kompensationsmaßnahmen* sicherzustellen. Die erforderlichen Mittel dürften aus den zusätzlichen Einnahmen aus der Mineralölsteuer einschließlich Mehrwertsteuer und den Straßenbenutzungsgebühren zur Verfügung stehen. Der Zielrichtung dieser Studie entsprechend müßten solche Kompensationsmaßnahmen allerdings vorrangig auf die Bereitstellung von im Hinblick auf Preisgestaltung, Zeitaufwand und Komfort attraktiveren Verkehrsalternativen im öffentlichen Verkehr ausgerichtet sein. Der Ausbau des öffentlichen Verkehrs besitzt darüber hinaus den Vorteil, daß er auch den Haushalten zugute

kommt, die keinen Pkw besitzen. Es ist auf jeden Fall zu erwarten, daß *preisliche Maßnahmen nur dann akzeptiert werden, wenn sie der Grundannahme dieser Studie entsprechend Mobilität erhalten und langfristig sicherstellen.*

Neben den globalen, auf das gesamte Verkehrssystem bezogenen Maßnahmen sind in den Szenarien auch einige lokal wirkende Maßnahmen, wie *Cordon Pricing* und *Parkraumbewirtschaftung* in den Ballungsräumen, enthalten, die in bezug auf die Gesamtfahrleistung nur verhältnismäßig geringe Effekte haben, für den Verkehr in den betroffenen Städten aber von großer Bedeutung sind.

Mit der Verabschiedung des *Fernstraßenbauprivatfinanzierungsgesetzes* im Jahre 1994 hat der Deutsche Bundestag auch die gesetzliche Grundlage geschaffen, um Straßenbenutzungsgebühren zu erheben, falls diese zu Zwecken der Finanzierung des Baus und Betriebs von Straßen durch Private erhoben werden. Die Einführung von Straßenbenutzungsgebühren *als allgemeine Lenkungsabgaben* bedarf einer bundeseinheitlichen Regelung. Einer solchen Regelung stehen nach Ansicht des Umweltrates keine grundsätzlichen verfassungsrechtlichen Bedenken entgegen (SRU 1994). Für die Einführung von Straßenbenutzungsgebühren besteht eine konkurrierende Gesetzgebungskompetenz des Bundes aus Artikel 74 Nr. 22 GG. Der Rat weist darauf hin, daß gegebenenfalls ergänzend auf die Kompetenz im Immissionsschutz (Artikel 74 Nr. 24 GG) zurückgegriffen werden kann. Eigenständige Möglichkeiten der Gemeinden zur Einführung von Straßenbenutzungsgebühren sieht der Rat als nicht gegeben an. Denkbar wäre eine bundesrechtliche Ermächtigung hierzu, die jedoch nur zulässig ist, solange der Bund nicht von seiner Gesetzgebungskompetenz Gebrauch macht.

Bei der Bewertung preislicher Instrumente sind auch die bereits vorliegenden steuer- und gebührenrechtlichen Regelungen zu berücksichtigen. So ist beispielsweise in der derzeitigen Kilometerpauschale eine Bevorzugung der Pkw-Nutzung gegenüber umweltverträglicheren Alternativen zu sehen. Der Umweltrat weist darauf hin, daß die Fahrtkostenpauschale für Fahrten zwischen Wohnung und Arbeitsstätte deutlich höher ist als die variablen Kosten der Pkw-Nutzung (SRU 1996), und empfiehlt, die Kilometerpauschale für die Nutzung von Kraftfahrzeugen durch eine verkehrsträgerunabhängige Entfernungspauschale zu ersetzen.

Für die Automobilindustrie bietet der durch preisliche Maßnahmen bewirkte Anpassungsprozeß den Anreiz und die Chance, *innovative Techniken*, wie Antriebskonzepte mit höherer Energieeffizienz als die heutigen und Karosserien mit neuen leichteren Werkstoffen, entwickeln und vermarkten zu können. Der Kauf technisch hochwertigerer aber teurerer Fahrzeuge wird unter den geänderten preislichen Rahmenbedingungen für den Automobilkäufer wirtschaftlich sein. Um auch tatsächlich verkehrlich wirksam zu werden, müssen diese neuen Techniken allerdings im Massenmarkt der Klein- und Mittelklassefahrzeuge vertreten sein.

3.3 Wirkungen und Folgen der (Unter-)Option „Preisliche Maßnahmen im Güterstraßenverkehr“

Die *Modellrechnungen des DIW für den Güterstraßenverkehr* beruhen auf der ersten gesamtdeutschen Input-Output-Matrix der gesamtwirtschaftlichen Verflechtungen für das Jahr 1991, während sich die bisherigen Untersuchungen auf die alten Bundesländer und das Jahr 1988 bezogen. Erstmalig wurden auch die Auswirkungen preislicher Maßnahmen auf den Lkw-*Nah*verkehr untersucht. Besondere Bedeutung kommt diesen Rechnungen auch deshalb zu, weil die technische Machbarkeit von automatischen Gebührenerhebungen auf der Grundlage moderner IuK-Techniken in Feldversuchen für den Lkw-Verkehr inzwischen erprobt und bestätigt wurde (TÜV Rheinland 1995). Grundlage der Bewertung der (Unter-)Option *„Einsatz von IuK-Techniken zum Verkehrsmanagement im Güterstraßenverkehr zusammen mit dem Einsatz verschiedener preislicher Maßnahmen“* waren wiederum Untersuchungen des DIW zu den Wirkungen und Folgen der in Abschnitt V.3.1 beschriebenen Szenarien für den Einsatz preislicher Maßnahmen. Mit der in den Szenarien 1 und 2 gewählten Straßenbenutzungsgebühr von 0,80 DM/Lkw-km wurde von einer höheren Belastung ausgegangen als in den vom DIW bereits früher durchgeführten Rechnungen (UBA 1994).

Die Höhe der Abgaben und Steuerbelastungen wurde damit wiederum so gewählt, daß sich die einzelnen Szenarien bezüglich der Größenordnungen der Kostenbelastung deutlich von der derzeitigen Situation unterscheiden. Mit diesen Annahmen wird gewährleistet, daß die Wirksamkeits- und Folgenanalysen nicht lediglich graduelle Fortschreibungen des Status-quo, sondern deutlich voneinander abgesetzte, unterschiedliche verkehrspolitische Konzeptionen quantitativ bewerten.

3.3.1 Wirkungen auf die Verkehrsnachfrage

Preispolitische Eingriffe im Güterverkehr, wie sie in den Szenarien unterstellt werden, haben im Grundsatz die gleichen Wirkungen auf die Nachfrage wie im Personenverkehr:

- Durch organisatorische Maßnahmen (z. B. zeitliche Verschiebung von Fahrten, bessere Auslastung der Fahrzeuge) wird versucht, die preiserhöhende Wirkung zu mindern;
- durch Substitution, wie z. B. die verstärkte Nutzung der Telekommunikation, können Fahrten vermieden werden;
- schließlich können die veränderten Preisrelationen zu Verlagerungen auf andere Verkehrsarten führen, der Modal Split ändert sich.

Auch die Einflußfaktoren, die neben dem Preis auf die Verkehrsnachfrage wirken, wie Transportzeit und -qualität, sind prinzipiell die gleichen wie im Personenverkehr.

Im Güterstraßenverkehr tragen die Lohnkosten für den Fahrer, aber auch die allgemeinen Fuhrparkverwaltungskosten erheblich zu den Betriebskosten bei; die festen Kosten einschließlich der Fahrzeugab-

schreibung umfassen heute mehr als zwei Drittel der Gesamtkosten. In den Szenarien ändert sich dieses Verhältnis nicht unwesentlich. Eine Beispielrechnung für einen *typischen Lkw-Zug im Güterfernverkehr* mit einem Kaufpreis von 240 000 DM zeigt, daß sich bei einer durchschnittlichen jährlichen Fahrleistung von 120 000 km mit hohem Autobahnanteil das Road Pricing wesentlich stärker auswirkt als die jetzige Vignette (Tab. V-3.15).

Die Mehrbelastung entspricht in der Größenordnung der in Szenario 3 unterstellten Mineralölsteuererhöhung. Langfristig steigen die Lkw-Betriebskosten in der Beispielrechnung zum Fernverkehr insgesamt durch die in den Szenarien vorgesehenen Maßnahmen um rund die Hälfte, von ca. 280 000 DM auf bis zu 440 000 DM.

Im *Güternahverkehr* ist ein *typisches Baustellenfahrzeug* als Beispiel gewählt worden. Von den unterstellten Maßnahmen hat nur die Mineralölsteuererhöhung Bedeutung, die Kosten steigen hierdurch langfristig um 15 % in den Szenarien 1 und 2, bzw. um 30 % im Szenario 3. Auch wenn der Beispielcharakter dieser Rechnungen betont werden muß – so dürften z. B. bei dem von den Güterverkehrszentren im Umland der Städte ausgehenden Lieferverteilverkehr die Autobahnanteile an der Fahrleistung und damit die Kosten durch das Road-Pricing erheblich höher sein –, zeigen die Tabellen doch die Größenordnungen der Kostenarten im Lkw-Verkehr.

Bei den Rechnungen zu den *Wirkungen der Preismaßnahmen auf den Transport mit dem Lkw* sind auch die möglichen *Reaktionen der Transportunternehmen* auf die preislichen Maßnahmen mit einbezogen. Diese umfassen

- den Einsatz verbrauchsärmerer Lkw als heute sowie
- die Vermeidung von Leer- und schwach ausgelasteten Fahrten.

Im Vergleich zum Pkw sind die fahrzeugbezogenen Einsparmöglichkeiten jedoch gering, da die Nutzlast einen hohen Anteil am Fahrzeuggewicht hat und keine praktikablen technischen Verfahren zur Rückgewinnung und Speicherung der Bremsenergie erkennbar sind. Die logistischen Möglichkeiten, die durchschnittliche Auslastung der Fahrzeuge zu verbessern, dürfen ebenfalls nicht überschätzt werden; häufig ist wegen der Unpaarigkeit der Verkehrsströme oder des Einsatzes von Spezialfahrzeugen keine höhere Auslastung als 50 % möglich.

Tabelle V-3.15

Kostenrechnung für jeweils einen Lkw-Zug im gewerblichen Fernverkehr [1]) und einen Lkw im Nahverkehr [2]) in Tsd. DM

	Lkw im Fernverkehr				*Lkw im Nahverkehr*			
	Ausgangssituation 1994	*mit Maßnahmen nach Szenario [3])*			*Ausgangssituation 1994*	*mit Maßnahmen nach Szenario [3])*		
		1	*2*	*3*		*1*	*2*	*3*
Feste Kosten	200,0	198,0	198,0	198,0	136,0	136,0	136,0	136,0
davon								
Personal	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Kfz-Steuer	2,8	2,8	2,8	2,8	0,6	0,6	0,6	0,6
Vignette	2,2	0,0	0,0	0,0	–	–	–	–
übrige [4])	95,0	95,0	95,0	95,0	35,0	35,0	35,0	35,0
Variable Kosten	78,0	224,0	224,0	239,0	46,0	73,0	73,0	73,0
davon								
Mineralölsteuer	26,0	94,0	94,0	187,0	9,0	32,0	32,0	63,0
Road Pricing	–	78,0	78,0	0,0	–	3,0	3,0	0,0
übrige [5])	52,0	52,0	52,0	52,0	37,0	37,0	37,0	37,0
Gesamtkosten	278,0	422,0	422,0	437,0	182,0	205,0	205,0	234,0
darunter								
Abgaben	31,0	167,0	167,0	170,0	9,0	30,0	30,0	56,0
Anteil in %	*11,2*	*39,5*	*39,5*	*38,9*	*5,1*	*14,5*	*14,5*	*24,0*

[1]) 40 t Lkw-Zug mit 26 t Nutzlast
[2]) Dreiseitenkipper-Lkw 10 t
[3]) nach jeweils 15 Jahren
[4]) Abschreibung, Versicherung, Fuhrparkverwaltung
[5]) Treibstoffverbrauch (ohne Mineralölsteuer), Reparaturen, Reifen, etc.

Quelle: Berechnungen des DIW (DIW 1996c)

Tabelle V-3.16

Entwicklung der Lkw-Fahrleistungen – in Mrd. Fahrzeug-km

	1994	*Szenario 1*	*Szenario 2*	*Szenario 3*
Nahverkehr ...	39,3	38,3	38,3	37,5
dar. Autobahn .	29,4	28,6	28,6	28,0
Fernverkehr ...	21,1	17,3	17,2	17,0
dar. Autobahn .	18,6	15,2	15,1	14,9
Insgesamt	60,4	55,6	55,5	54,5
dar. Autobahn .	48,0	43,7	43,6	42,9

Quelle: Berechnungen des DIW (DIW 1996c)

Tabelle V-3.16 zeigt das zusammengefaßte Ergebnis der *Schätzungen zur Verkehrsverlagerung und -verminderung*: Trotz der recht drastischen Kostenerhöhung um rund 50 % im Fernverkehr und bis zu 30 % im Nahverkehr wird nach den Modellrechnungen die Lkw-Fahrleistung insgesamt nur um 10 % verringert. Im *Nahverkehr* beträgt die Reduktion dabei nur wenige Prozent, im *Fernverkehr* etwa 20 %. Dieses Ergebnis bezieht sich auf die gewählten Szenariomaßnahmen. Würden darüber hinaus, wie in der bezüglich der betrachteten Maßnahmen umfassenderen Untersuchung des DIW, die 1994 im Auftrag des UBA durchgeführt wurde, weitergehende Angebotsverbesserungen auf seiten der Bahn sowie flankierende Maßnahmen, wie räumliche und zeitliche Fahrverbote und Überholverbote für Lkw, vorgesehen, so wären weitergehende Reduktionen der Fahrleistung im Straßengüterfernverkehr zu erwarten (UBA 1994). Neuere Untersuchungen zu den *Kapazitätsreserven der Bahn im Güterfernverkehr* zeigen, daß die Bahn grundsätzlich ausreichende Transportkapazitäten zur Verfügung stellen kann (HACON/IVE 1996). Es bleibt jedoch fraglich, welche weitergehenden Rahmenbedingungen notwendig sind, um die Bahn in die Lage zu versetzen, diese Reserven auch tatsächlich zu nutzen.

Im Güternahverkehr besitzen preisliche Maßnahmen insbesondere auch wegen der geringen Ausweichmöglichkeiten nur eine begrenzte Wirkung. Die schwache Reduzierung der Fahrleistung im Nahverkehr ergibt sich auch daraus, daß bei den auf die Schiene verlagerten Transporten vielfach noch ein Vor- und Nachlauf mittels Lkw-Transport erforderlich ist. Da auch im Nahverkehr der größere Entfernungsanteil auf das Autobahnnetz entfällt, verringert sich auf den Autobahnen die Lkw-Fahrleistung nur um rd. 10 %.

Bei dem zunächst überraschenden Ergebnis einer insgesamt doch relativ geringen Verkehrswirksamkeit selbst einer *Preiserhöhung, die deutlich über das in der politischen Diskussion als realisierbar bezeichnete Niveau hinausgeht*, ist jedoch zu berücksichtigen, daß

- der grenzüberschreitende Verkehr mit einem Anteil von zwei Fünfteln am Transportaufkommen im Straßengüterfernverkehr nur mit dem Anteil der deutschen Autobahnkilometer verteuert wird;
- die Bahn durch die Aufteilung in diverse Transportunternehmen mit entsprechenden Grenzaufenthaltszeiten usw. gerade bei diesen Transportströmen dem Lkw deutlich unterlegen ist;
- der Transportpreis gegenüber anderen Transporteigenschaften vielfach von untergeordneter Bedeutung ist;
- insbesondere in den Road-Pricing-Szenarien die Qualität des Lkw-Transportes steigt. Die Transportverlagerungen – auch die des Personenverkehrs – verringern die Stauanfälligkeit der auf der Straße verbleibenden Transporte. In den Road-Pricing-Szenarien wird über eine unterschiedliche Bepreisung darüber hinaus eine zeitlich-räumlich verfeinerte Steuerung des Verkehrsflusses möglich.

Der letztgenannte Effekt führt dazu, daß die Verlagerungen im Szenario 1 (Road Pricing auch für Pkw) am niedrigsten ausfallen. Insgesamt sind die Unterschiede zwischen den Szenarien jedoch gering.

3.3.2 Folgen von Verteuerungen im Straßengüterverkehr

Um die ökonomischen Folgen der preislichen Annahmen in den Maßnahmeszenarien zu analysieren, sind drei Hauptarbeitsschritte notwendig:

- Bestimmung des Umfangs der Belastung,
- Eingrenzung der Betroffenengruppen,
- Einschätzung der Reaktionen der Betroffenen, ggf. Betrachtung der Möglichkeiten zur Kompensation.

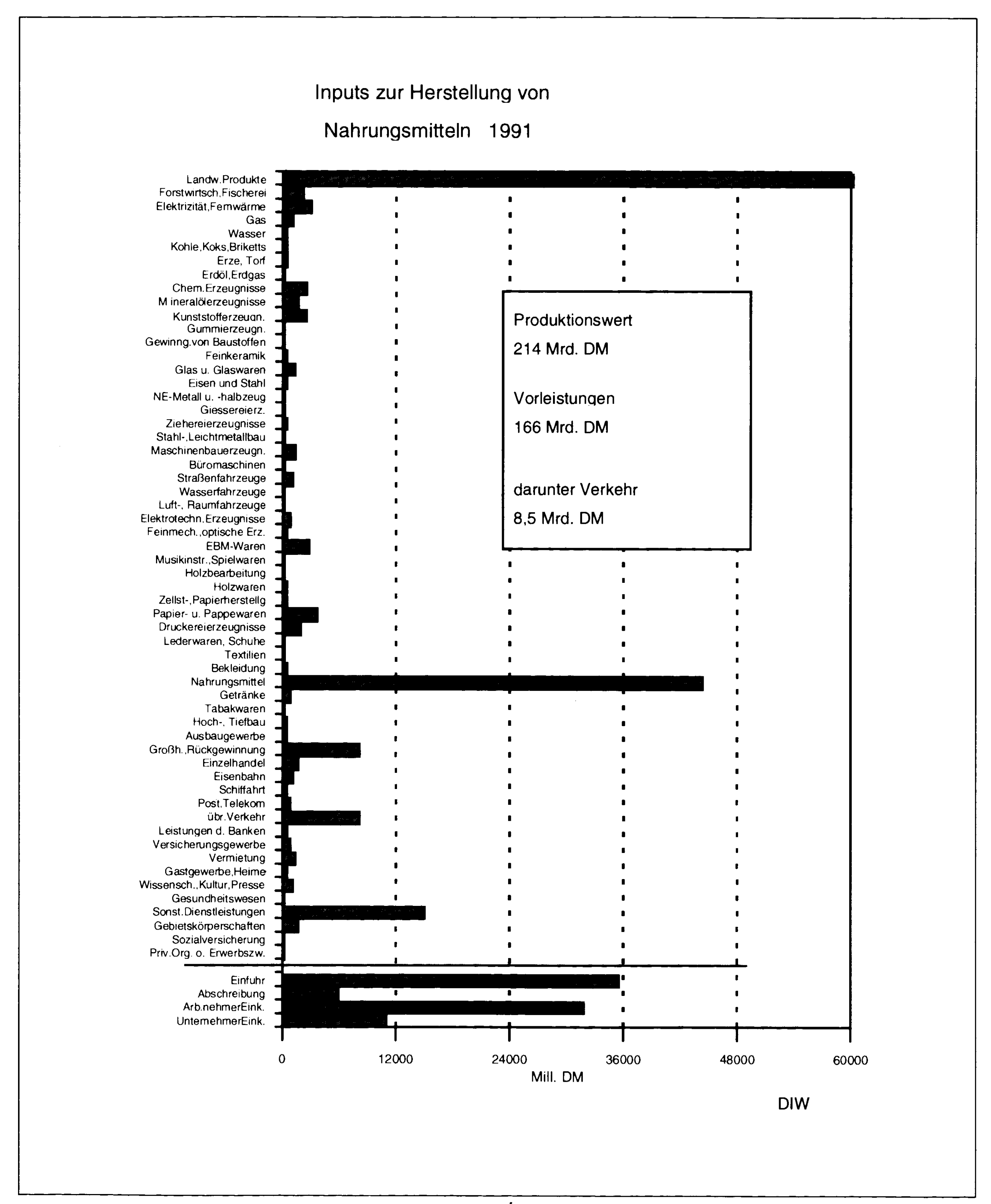
Bei den Untersuchungen waren auch die möglichen Anpassungsreaktionen der Verlader zu berücksichtigen. Eine Verbrauchsreduzierung ist, wie bereits erwähnt, beim Lkw im Vergleich zum Pkw nur in geringem Umfang möglich. Daher ist im Gegensatz zu den Ergebnissen für den Pkw-Verkehr beim Lkw-Verkehr in Szenario 3 für deutsche Unternehmen mit einer höheren Belastungszunahme zu rechnen als bei den Road-Pricing-Szenarien. Einzubeziehen sind vor allem Verkehrsverlagerungen auf Bahn und Schiff sowie Änderungen der Lieferbeziehungen.

Aus der Summe der sich im Endeffekt ergebenden Belastungen resultieren die Einnahmen aus Road Pricing bzw. Mineralölsteuererhöhung und damit der Betrag, der für kompensierende Maßnahmen ggf. zu Verfügung steht.

In der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) wird für 1991 im Verkehrssektor eine Bruttowertschöpfung von rd. 86,8 Mrd. DM ausgewiesen, ein Anteil von 3,3 % an der gesamten Bruttowertschöpfung. In dieser Zahl sind neben dem Transport von Gütern auch der öffentliche Personenverkehr, die Seeschiffahrt und die nicht dem Transport zuzurechnenden Nebenleistungen des Verkehrsgewerbes enthalten. Es fehlt jedoch der Werkverkehr, seine Wertschöpfung wird dem jeweiligen Wirtschaftssektor direkt zugerechnet. Für die Zwecke dieser Untersuchung sind der Bruttowertschöpfung des Verkehrsbereichs in der Abgrenzung der VGR noch 14 Mrd. DM Wertschöpfung aus dem Werkverkehr hinzuzurechnen. Für den gesamten Verkehr ergibt sich damit

Abbildung V-3.1

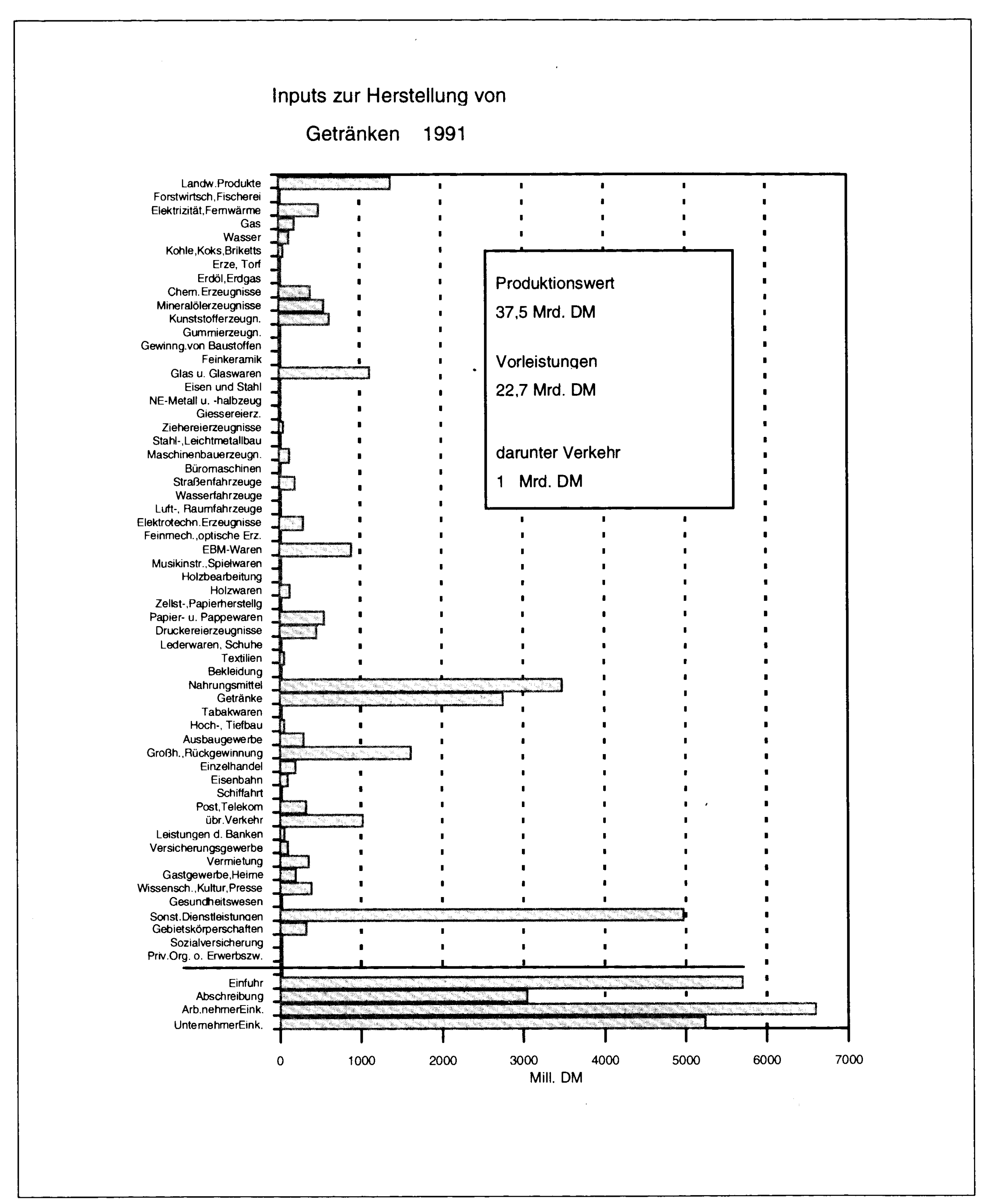
Vorleistungen der verschiedenen Produktionssektoren zur Herstellung von Nahrungsmitteln 1991



Quelle: DIW 1996c

Abbildung V-3.2

Vorleistungen der verschiedenen Produktionssektoren zur Herstellung von Getränken 1991



Quelle: DIW 1996c

eine Wertschöpfung von rd. 100 Mrd. DM, von der mit rund 44 Mrd. DM knapp die Hälfte dem Lkw zuzurechnen ist. Hiervon entfällt wiederum rd. die Hälfte auf den gewerblichen Straßengüterfernverkehr, der Rest auf Werkfernverkehr und Nahverkehr.

3.3.2.1 Anteile der Lkw-Transportkosten nach Wirtschaftssektoren

Instrument zur Abschätzung der Transportkostenanteile der einzelnen Wirtschaftssektoren ist die Input-Output-Rechnung. Wie in (DIW 1996c) näher ausgeführt, werden, basierend auf dem gesamten statistischen Ausgangsmaterial und ergänzt durch Schätzungen, die Güterströme und Produktionsverflechtungen ausgewiesen. Die Matrix der gesamtwirtschaftlichen Verflechtungen (Input-Output-Matrix) ist nach 58 Produktionssektoren disaggregiert. Aus dem Sektor „sonstiger Verkehr" und den sektorinternen Verflechtungswerten wurde der Sektor „Lkw-Transporte" bestimmt.

Jede Zeile der Input-Output-Matrix zeigt das Aufkommen eines Wirtschaftsbereiches, in den Spalten aufgeschlüsselt nach seiner Verwendung. Spaltenweise gelesen zeigt die Input-Output-Matrix damit, welche Vorleistungen (Inputs) aus den Wirtschaftsbereichen für die Produktion erfolgt sind. Die Abbildungen V-3.1 und V-3.2 zeigen hierzu zwei Beispiele: Der Produktionswert der in 1991 hergestellten Nahrungsmittel beträgt 214 Mrd. DM. Von diesem Produktionswert sind 22 % Wertschöpfung als Arbeitnehmer- und Unternehmereinkommen verbucht. Für 166 Mrd. DM sind Vorleistungen bezogen worden, vor allem natürlich landwirtschaftliche Produkte und andere Nahrungsmittel. Die Verkehrssektoren haben mit 8,5 Mrd. DM knapp 4 % Anteil am Produktionswert von Nahrungsmitteln. Bei Getränken ist der Wertschöpfungsanteil höher als bei Nahrungsmitteln. Die Vorleistungsbezüge sind stärker verteilt; sie verteilen sich auf landwirtschaftliche Produkte ebenso wie auf chemische Erzeugnisse, Kunststoff- und Glasflaschen. Der Verkehrsanteil ist mit 4,5 % überdurchschnittlich hoch.

In Tabelle V-3.17 wird eine zusammenfassende Übersicht zu der um Lkw-Transporte erweiterten Input-Output-Matrix gegeben. Die Spalte (1) der Tabelle ist die Summenzeile der inländischen Produktion aus der Input-Output-Matrix. 5 503 Mrd. DM sind im Jahr 1991 von den Wirtschaftsbereichen als Produktionswert erstellt worden. Davon waren nach Spalten (2) und (3) 2 829 Mrd. DM Vorleistungen, 2 674 Mrd. DM Bruttowertschöpfung aus direkter Arbeitstätigkeit, Abschreibungen etc.. Die Spalten (4) und (5) enthalten die Verwendung der Leistungen des Verkehrs insgesamt und des Lkw-Verkehrs. So weist z. B. die zweite Datenzeile aus, daß für 74 Mrd. DM Landwirtschaftsprodukte erzeugt worden sind; hierzu sind für 40,4 Mrd. DM Vorleistungen wie Düngemittel, Energie usw. eingesetzt worden. Mit 1,08 Mrd. DM sind Lkw-Transporte an diesen Vorleistungen beteiligt. Die Zeilenanteile an der Summenzeile werden als Input-Koeffizienten bezeichnet.

Die Input-Output-Matrix ermöglicht auch die Berechnung der indirekten Vorleistungen, die in die Herstellung von Gütern einfließen. Dies sei am Beispiel der Nahrungsmittel erläutert (Abb. V-3.1). In Nahrungsmitteln im Wert von 100 DM sind direkte Güterverkehrstransportleistungen in Höhe von 4 DM enthalten. Auf die übrigen Vorleistungen entfallen weitere 74 DM, so 28 DM für Landwirtschaftsprodukte, 1,34 DM für Papierwaren, der Rest ist den primären Inputs wie Abschreibungen und Lohnkosten zuzurechnen. Nun sind auch in den übrigen Vorleistungen der Nahrungsmittel, so der Bereitstellung von Papierwaren, Transportanteile enthalten, ebenso Transportaufwendungen in den Vorleistungen der Papierproduktion, in deren Vorleistungen usw. Unter der Annahme, daß die Struktur der benötigten Vorleistungsgüter stets den Relationen der Input-Koeffizienten der Input-Output-Matrix entspricht, läßt sich der Gesamtaufwand zur Produktion der Güter für die letzte Verwendung errechnen.

In Tabelle V-3.18 sind in (1) die direkten und in (2) die direkten und indirekten Kostenanteile der Lkw-Transportkosten am Produktionswert ausgewiesen. Werden Lkw-Leistungen im Wert von 100 erbracht, sind hierin 0,8 direkte „Hilfstransporte" als Vorleistung enthalten (s. erste Tabellenzeile). Die gesamte Lkw-Leistung umfaßt neben dem Transport der Güter (100 %) diese direkten Vorleistungen und die Lkw-Transportwege, die aus den übrigen Vorleistungen für einen Lkw-Transport im Wert von 100 resultieren: Bereitstellung von Treibstoff, usw.. Direkt und indirekt sind zusätzliche Lkw-Transporte in Höhe von 1,7 erforderlich.

Auch bei Berücksichtigung der indirekt enthaltenen Transporte liegt der Kostenanteil des Lkw-Transports bei den meisten Wirtschaftsbereichen unter 2 %. Nur in rund 20 Bereichen dürften Transportpreiserhöhungen spürbare Wirkung zeigen, dies gilt vor allem für den Baustoffsektor, in dem die Lkw-Transportkosten einen Anteil von über 10 % besitzen.

Ähnlich gering wie bei den Produktionskosten ist der *Anteil der Lkw-Transportkosten an der Güterverwendung* (Tab. V-3.19). Für keinen Verwendungsbereich überschreitet der Lkw-Transportkostenanteil den Wert von 2 %.

3.3.2.2 Folgen der Transportkostenerhöhungen aufgrund der Szenario-Maßnahmen

Aus den Szenarioannahmen und den Reaktionen der verladenden Wirtschaft und der Transportunternehmen ergibt sich der Umfang der Transportkostenerhöhung durch die Szenario-Maßnahmen, die für den Staat *zusätzliche Einnahmen* darstellen. Diese Einnahmen aus dem Lkw-Verkehr verfünffachen sich durch die Szenario-Maßnahmen von etwa 14 Mrd. DM pro Jahr auf 60 bis 70 Mrd. DM (Tab. V-3.20). Die Einnahmen im Szenario 3, das eine deutliche Mineralölsteuererhöhung vorsieht, sind niedriger als in den Road Pricing-Szenarien, da bei den Rechnungen Verlagerungsreaktionen, wie Betanken der Lkw im Ausland, berücksichtigt wurden. Ohne Anpassungsmaßnahmen der Verkehrsakteure, wie z. B. Transportverlagerungen auf Bahn/Binnenschiff und Einsatz verbrauchsärmerer Fahrzeuge, wären die Einnahmen noch um rd. 10 Mrd. DM höher.

Tabelle V-3.17

Eckwerte der erweiterten Input-Output-Tabelle 1991

(in Mrd. DM)

	Inländische Produktion				
	gesamt	*davon*		*Vorleistungen*	
		Wert-schöpfung	*Vor-leistungen*	*des Verkehrs*	*von Lkw-Transporten*
	(1)	*(2)*	*(3)*	*(4)*	*(5)*
Lkw-Transporte	80,6	43,7	36,9	4,726	0,624
Landwirtschaftliche Produkte	74,0	33,7	40,4	2,187	1,084
Forstwirtschaft, Fischerei	12,3	6,0	6,4	1,115	0,550
Elektrizität, Fernwärme	101,6	50,6	51,0	2,162	0,414
Gas	29,8	9,8	20,0	0,186	0,092
Wasser	11,7	8,5	3,1	0,020	0,010
Kohle, Koks, Briketts	32,2	10,7	21,4	0,659	0,162
Erze, Torf	4,3	0,9	3,4	0,302	0,108
Erdöl, Erdgas	4,7	2,5	2,2	0,169	0,017
Chemische Erzeugnisse	211,9	63,9	148,0	7,196	4,483
Mineralölerzeugnisse	75,6	32,6	43,1	2,026	1,348
Kunststofferzeugnisse	66,4	26,2	40,1	1,543	1,000
Gummierzeugnisse	16,2	7,4	8,8	0,444	0,305
Gewinnung von Baustoffen	50,3	20,6	29,7	6,096	5,249
Feinkeramik	5,6	3,1	2,5	0,157	0,091
Glas und Glaswaren	15,2	6,2	8,9	0,500	0,366
Eisen und Stahl	94,5	14,5	80,0	2,652	0,865
NE-Metall und -halbzeug	34,9	6,4	28,5	0,665	0,332
Giessereierzeugnisse	21,8	10,8	10,9	0,514	0,224
Ziehereierzeugnisse	54,7	24,3	30,4	1,074	0,437
Stahl-, Leichtmetallbau	48,9	19,8	29,0	0,982	0,405
Maschinenbauerzeugnisse	229,2	96,7	132,5	5,133	3,198
Büromaschinen	31,3	13,6	17,6	0,329	0,215
Straßenfahrzeuge	287,2	92,6	194,5	5,870	3,537
Wasserfahrzeuge	9,3	3,2	6,1	0,119	0,050
Luft-, Raumfahrzeuge	18,3	9,4	9,0	0,178	0,120
Elektrotechnische Erzeugnisse	206,4	97,3	109,2	4,080	2,566
Feinmech., optische Erzeugnisse	31,2	16,5	14,6	0,447	0,225
EBM-Waren	69,4	31,0	38,4	1,493	0,720
Musikinstrumente, Spielwaren	11,0	5,2	5,8	0,130	0,049
Holzbearbeitung	12,3	4,0	8,4	0,720	0,349
Holzwaren	54,1	22,3	31,8	1,405	0,833
Zellstoff, Papierherstellung	22,3	6,0	16,3	1,095	0,646
Papier- und Pappewaren	32,1	9,3	22,8	1,126	0,674
Druckereierzeugnisse	48,9	24,0	24,9	1,210	0,624
Lederwaren, Schuhe	9,4	3,3	6,1	0,203	0,087
Textilien	42,5	13,7	28,9	0,920	0,465
Bekleidung	30,9	9,6	21,4	0,452	0,234
Nahrungsmittel	211,7	46,3	165,4	11,055	6,922
Getränke	36,9	14,4	22,5	1,643	1,217
Tabakwaren	26,2	20,9	5,3	0,192	0,110
Hoch-, Tiefbau	205,0	97,3	107,7	4,655	2,420
Ausbaugewerbe	133,6	66,1	67,4	2,132	1,154
Großhandel, Rückgewinnung	239,0	157,6	81,4	5,272	2,635
Leistungen des Einzelhandels	199,1	136,5	62,7	1,748	0,787
Eisenbahnen	20,9	10,5	10,4	0,986	0,666
Schiffahrt, Häfen	15,8	7,0	8,7	6,199	0,056
Post, Telekom	70,5	59,8	10,7	1,548	0,824
Sonstiger Verkehr, ohne Lkw	81,0	39,2	41,8	13,382	4,985
Sonstige	1 920,5	1 165,4	755,1	19,053	7,092
Summe	*5 503,0*	*2 674,0*	*2 829,0*	*129,000*	*62,000*

Quelle: Berechnungen des DIW (1996c)

Tabelle V-3.18

Anteil der Lkw-Transportkosten am Produktionswert 1991 in %

	direkte	direkte und indirekte
	Kostenanteile	
von		
Lkw-Transporten	0,8	101,7
Landwirtschaftliche Produkte	1,0	2,0
Forstwirtschaft, Fischerei	3,4	4,4
Elektrizität, Fernwärme	0,4	1,2
Gas	0,3	0,7
Wasser	0,1	0,5
Kohle, Koks, Briketts	0,5	1,7
Erze, Torf	1,3	2,1
Erdöl, Erdgas	0,0	0,2
Chemische Erzeugnisse	1,6	3,0
Mineralölerzeugnisse	1,3	1,6
Kunststofferzeugnisse	1,3	2,4
Gummierzeugnisse	1,4	2,2
Gewinnung von Baustoffen	9,4	11,1
Feinkeramik	1,1	1,8
Glas und Glaswaren	1,9	3,0
Eisen und Stahl	0,8	2,5
NE-Metall und -halbzeug	0,6	1,6
Giessereierzeugnisse	1,0	1,9
Ziehereierzeugnisse	0,7	1,7
Stahl-, Leichtmetallbau	0,8	1,9
Maschinenbauerzeugnisse	1,2	2,1
Büromaschinen	0,4	0,9
Straßenfahrzeuge	1,0	2,1
Wasserfahrzeuge	0,5	1,5
Luft-, Raumfahrzeuge	0,4	0,8
Elektrotechnische Erzeugnisse	0,9	1,7
Feinmechanik, optische Erzeugnisse	0,5	1,1
EBM-Waren	0,9	1,7
Musikinstrumente, Spielwaren	0,3	0,9
Holzbearbeitung	2,0	3,5
Holzwaren	1,3	2,5
Zellstoff, Papierherstellung	1,8	2,9
Papier- und Pappewaren	1,9	3,5
Druckereierzeugnisse	1,2	2,4
Lederwaren, Schuhe	0,4	1,0
Textilien	0,6	1,3
Bekleidung	0,4	1,0
Nahrungsmittel	2,8	4,6
Getränke	2,9	4,2
Tabakwaren	0,4	0,7
Hoch-, Tiefbau	1,2	3,7
Ausbaugewerbe	0,9	2,1
Großhandel, Rückgewinnung	1,1	1,6
Leistungen des Einzelhandels	0,4	0,8
Eisenbahnen	3,1	4,0
Schiffahrt, Häfen	0,3	0,7
Post, Telekom	1,1	1,4
Sonstiger Verkehr, ohne Lkw	5,6	6,6

Quelle: Berechnungen des DIW (DIW 1996c)

Tabelle V-3.19

Anteil der Lkw-Transportkosten an der Güterverwendung 1991

	direkte	direkte und indirekte
	Kostenanteile	
	(1)	(2)
Privater Verbrauch	0,7	1,3
Investitionen		
Ausrüstungen	0,3	1,1
Bauten	0,0	1,5
Ausfuhr	1,4	1,9
Insgesamt	0,5	1,7

Quelle: Berechnungen des DIW (DIW 1996c)

Um die *sektoralen Folgen der Lkw-Transportverteuerung* bestimmen zu können, wurde die Input-Output-Matrix entsprechend modifiziert; die Gegenüberstellung mit den ursprünglichen Werten zeigt die ökonomischen Folgen der Szenario-Maßnahmen.

Durch die Mineralölsteuererhöhung hat der Lkw-Verkehr entsprechend erhöhte Bezüge aus dem Sektor „Mineralölerzeugnisse", weil dort die Zahlungen an den Staat zu verbuchen sind. Die Road-Pricing-Abgaben sind als direkte Zahlungen des Lkw-Bereichs an den Staat, zusätzlich zur Kraftfahrzeugsteuer, zu berücksichtigen. Andererseits verringern sich mit den unterstellten Verkehrsverlagerungen die vom Lkw benötigten Vorleistungen an Reifen, Reparaturen, Versicherungen etc.

Aufwendiger als die Modifizierung der Bezüge von Vorleistungen des Lkw-Verkehrs ist die Einschätzung der Veränderung des Lkw-Verkehrs *in den einzelnen Sektoren*. Über die Anteile von Nah- und Fernverkehr wurde der Umfang der Betroffenheit vom Road Pricing geschätzt und über Affinitäten zu Güterbereichen/Transportmärkten wurden Annahmen zu Verkehrsverlagerungen getroffen. Eckdaten bilden dabei die Schätzungen zur Verkehrswirksamkeit.

Bei den *sektoralen Preiseffekten* sind die Unterschiede zwischen den Szenarien so gering, daß eine getrennte Darstellung nicht sinnvoll ist (Tab. V-3.21). Bei *völliger Überwälzung* der nach Anpassungsreaktionen verbleibenden Mehrbelastungen ergeben sich die größten Preiserhöhungen mit 3,1 % bei Baustoffen. Hier steigt der Lkw-Anteil am Produktwert unter Einbeziehung der indirekten Kostenbestandteile von 11,1 auf 14,4 %. Der Nahverkehrsanteil ist bei diesen Transporten zwar hoch (und damit der Autobahnanteil niedrig), es bestehen aber im Baustellenverkehr über relativ kurze Strecken nur geringe Verlagerungspotentiale vom Lkw auf andere Ver-

Tabelle V-3.20

Jährliche Einnahmen des Staates aus dem Lkw-Verkehr

(in Mrd. DM)

	Ausgangs-situation	*Mit Maßnahmen nach Szenario* [1]		
		1	*2*	*3*
Mineralölsteuer	11,2	32,4	32,4	59,7
aus Nahverkehr	6,6	18,1	18,1	31,2
aus Fernverkehr	4,6	12,1	12,1	22,0
Kfz-Steuer	2,1	2,1	2,1	2,1
Vignette	0,8	–	–	–
Road Pricing	–	34,9	34,9	–
Cordon Pricing	–	1,7	1,7	–
Einnahmen insgesamt	14,1	71,0	71,0	61,7

[1]) Ergebnis nach 15 Jahren

Quelle: Berechnungen des DIW (DIW 1996c)

kehrsträger. Bezogen auf die gesamten *Bauinvestitionen* ergibt sich eine Preissteigerung um 0,9%. Dies ist in etwa auch der Durchschnittswert für alle Güter, wenn die gesamten Lkw-Transporte berücksichtigt werden (Tab. V-3.22). Er ergibt sich letztlich aus den resultierenden staatlichen Mehreinnahmen durch Road Pricing und Mineralölsteuererhöhung.

Überdurchschnittlich, nämlich um 1,7%, steigen auch die *Preise der Exporte*. Neben den im Warenwert indirekt enthaltenen Transportleistungen sind sie auch durch die direkten Verkehrsleistungen belastet. Der *private Verbrauch* würde sich zusätzlich zu den auf die Pkw wirkenden Maßnahmen der Szenarien durch die Lkw-Transportkostensteigerungen um 0,7% verteuern. Die Analyse zeigt, daß die *Endpreise in fast allen Wirtschaftssektoren nur geringfügig steigen.*

3.3.3 Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Die für diesen Teil der Studie durchgeführten Modellrechnungen ergaben, daß trotz einer recht drastischen Kostenerhöhung um etwa 50% im Straßengüterfernverkehr und bis zu 30% im Nahverkehr die Lkw-Fahrleistung insgesamt nur um etwa 10% verringert wird. Im Nahverkehr beträgt die Verringerung der Fahrleistung nur wenige Prozent, im Fernverkehr allerdings immerhin etwa 20%. Während im Güternahverkehr wegen der begrenzten Ausweichmöglichkeiten nur geringe Chancen für weitere Fahrleistungsverringerungen bestehen, dürften sich im Güterfernverkehr weitere Reduktionen erreichen lassen, wenn weitergehende Angebotsverbesserungen auf seiten der Bahn sowie flankierende Maßnahmen, wie räumliche und zeitliche Fahrverbote und Überholverbote für Lkw, realisiert würden.

Hauptursache für die relativ geringe Wirksamkeit selbst drastischer Preiserhöhungen im Straßengüterverkehr ist die *geringe Sensitivität der Produktpreise bezüglich der Veränderung von Transportpreisen*. Die Anteile der Lkw-Transportkosten am Produktionswert der einzelnen Wirtschaftsbereiche liegen auch bei Berücksichtigung der indirekt enthaltenen Transporte durchweg, zum Teil sogar beträchtlich, unter 5%. Nur der Sektor „Gewinnung von Baustoffen" bildet mit etwa 11% eine nennenswerte Ausnahme. Entsprechend sind die *sektoralen Preiseffekte* der in den Szenarien vorgesehenen Lkw-Transportkostenerhöhungen insgesamt sehr geringfügig, wobei auch die Unterschiede zwischen den Szenarien gering ausfallen. Die *durchschnittliche Verteuerung der Güter nach Wirksamwerden der betrachteten Transportkostenerhöhungen beträgt weniger als 1%.*

Insgesamt zeigen die Ergebnisse der DIW-Modellrechnungen zum Güterstraßenverkehr, daß durch die Einführung von Straßenbenutzungsgebühren, flankiert durch eine stetige Anhebung der Mineralölsteuer, jedenfalls im Bereich des Güterfernverkehrs wirksame Anreize zur Entlastung des Verkehrsnetzes und zur Verlagerung von Güterstraßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger gesetzt werden können, ohne daß damit eine wesentliche Erhöhung der Güterpreise verbunden wäre. Die für die Erhebung von Straßenbenutzungsgebühren erforderlichen technischen Einrichtungen sind erprobt und stehen zur Verfügung. Um Ausweichverkehr zu vermeiden, sollten diese Gebühren auch auf ausgewählten Bundesfernstraßen eingeführt werden. Die Einführung von Straßenbenutzungsgebühren als allgemeine Lenkungsabgaben bedarf einer bundeseinheitlichen Regelung, der, wie bereits erwähnt, nach Auffassung des SRU keine grundsätzlichen verfassungsrechtlichen Bedenken entgegenstehen (SRU 1994).

Tabelle V-3.21

Sektorale Preiseffekte der Lkw-Transportverteuerung

	Preiseffekt[1] *in %*	*direkte*	*direkte und indirekte*
		Anteile der Lkw-Kosten am Produktionswert	
Lkw-Transporte	*48,1*	0,6	102,1
Landwirtschaftliche Produkte	*0,4*	1,4	2,8
Forstwirtschaft, Fischerei	*1,1*	4,5	5,8
Elektrizität, Fernwärme	*0,2*	0,6	1,8
Gas	*0,2*	0,5	1,0
Wasser	*0,0*	0,1	0,7
Kohle, Koks, Briketts	*0,2*	0,7	2,5
Erze, Torf	*0,5*	1,8	2,9
Erdöl, Erdgas	*0,0*	0,1	0,2
Chemische Erzeugnisse	*0,6*	2,3	4,1
Mineralölerzeugnisse	*0,6*	1,4	1,8
Kunststofferzeugnisse	*0,5*	1,8	3,4
Gummierzeugnisse	*0,7*	2,0	3,2
Gewinnung von Baustoffen	*3,1*	12,1	14,4
Feinkeramik	*0,6*	1,7	2,6
Glas und Glaswaren	*0,8*	2,7	4,3
Eisen und Stahl	*0,3*	1,1	3,5
NE-Metall und -halbzeug	*0,3*	0,9	2,3
Giessereierzeugnisse	*0,5*	1,4	2,7
Ziehereierzeugnisse	*0,4*	1,1	2,4
Stahl-, Leichtmetallbau	*0,4*	1,2	2,7
Maschinenbauerzeugnisse	*0,5*	1,7	2,9
Büromaschinen	*0,2*	0,6	1,3
Straßenfahrzeuge	*0,4*	1,4	2,9
Wasserfahrzeuge	*0,2*	0,7	2,2
Luft-, Raumfahrzeuge	*0,2*	0,6	1,2
Elektrotechnische Erzeugnisse	*0,5*	1,4	2,5
Feinmech., optische Erzeugnisse	*0,3*	0,8	1,7
EBM-Waren	*0,4*	1,3	2,5
Musikinstrumente, Spielwaren	*0,1*	0,4	1,3
Holzbearbeitung	*0,7*	2,7	4,7
Holzwaren	*0,4*	1,8	3,3
Zellstoff, Papierherstellung	*0,9*	2,7	4,3
Papier- und Pappewaren	*0,9*	2,8	5,2
Druckereierzeugnisse	*0,5*	1,8	3,4
Lederwaren, Schuhe	*0,2*	0,6	1,4
Textilien	*0,3*	0,9	1,9
Bekleidung	*0,2*	0,7	1,5
Nahrungsmittel	*1,0*	3,8	6,3
Getränke	*0,9*	3,7	5,5
Tabakwaren	*0,2*	0,6	1,0
Hoch-, Tiefbau	*0,6*	1,7	5,1
Ausbaugewerbe	*0,4*	1,3	3,0
Großhandel, Rückgewinnung	*0,5*	1,6	2,3
Leistungen des Einzelhandels	*0,2*	0,6	1,2
Eisenbahnen	*0,9*	3,9	5,1
Schiffahrt, Häfen	*0,1*	0,4	1,0
Post, Telekom	*0,6*	1,7	2,0
Sonstiger Verkehr, ohne Lkw	*2,2*	7,6	9,1

[1]) Verteuerung bei vollständiger Preisüberwälzung

Quelle: Berechnungen des DIW (DIW 1996 c)

Tabelle V-3.22

Preiseffekte der Lkw-Transportkostenerhöhung
– Insgesamt –

	Preiseffekt[1]) in %		
	Szenario 1	*Szenario 2*	*Szenario 3*
Privater Verbrauch	0,70	0,70	0,69
Staatsverbrauch ..	0,38	0,38	0,38
Ausrüstungs investitionen ...	0,84	0,84	0,83
Bauinvestitionen ..	0,90	0,90	0,90
Ausfuhr	1,67	1,67	1,65
Insgesamt	0,88	0,88	0,87

[1]) Verteuerung bei vollständiger Preisüberwälzung
Quelle: Berechnungen des DIW (DIW 1996c)

4. Option „Attraktivitätssteigerung im ÖPNV"

Einige sehr erfolgreiche Projekte des ÖPNV zeigen, daß es grundsätzlich möglich ist, nicht nur die in den vergangenen Jahren eingetretenen Verluste des ÖPNV am Modal Split zu stoppen, sondern sogar beachtliche Zuwächse für den ÖPNV zu erreichen. Das international wohl bekannteste Beispiel für ein attraktives und erfolgreiches ÖPNV-System ist das in Zürich realisierte Verkehrskonzept. Auch in Deutschland wurden in den vergangenen Jahren erfolgreiche ÖPNV-Projekte durchgeführt, wie zum Beispiel das Modell des Karlsruher Verkehrsverbundes (KVV). Das attraktive Stadtbahnmodell des KVV hat auf einzelnen Strecken Steigerungsraten der ÖPNV-Nutzung von über 400% ergeben, ein Wert, der allerdings von der relativ niedrigen Bezugsbasis einer vorher von der Deutschen Bahn AG betriebenen Nahverkehrsstrecke ausgeht. Der Erfolg des Karlsruher Modells kann als Ergebnis einer offensiven Angebotspolitik für ein attraktives Nahverkehrssystems angesehen werden.

In den zuvor behandelten Optionen hatten Maßnahmen zur Steigerung der Attraktivität des ÖPNV im wesentlichen „flankierenden" Charakter. In der in diesem Abschnitt untersuchten Option stehen solche Maßnahmen dagegen im Mittelpunkt und haben eine *„initiierende" Funktion* für die Entlastung des Verkehrsnetzes und die Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger (wie den ÖPNV). Die Realisierungsbedingungen, die verkehrliche Wirksamkeit und bestimmte Folgen attraktiver ÖPNV-Konzepte werden vor allem am Beispiel des *„Karlsruher Modells"* näher untersucht. Im Rahmen einer solchen Fallstudie lassen sich die Chancen und Probleme verkehrspolitischer Konzepte, wie die Deregulierung der Deutschen Bahn AG und die Regionalisierung des öffentlichen Nahverkehrs im Zuge der Bahnreform, deutlich machen. Die Ausführungen zum „Karlsruher Modell" beruhen im wesentlichen auf den Ergebnissen von Untersuchungen, die die Firma *INOVAPLAN*, Karlsruhe, im Auftrag des TAB zu den Themen *„Das Stadtbahnkonzept und seine Eignung zur nachhaltigen Verlagerung von motorisiertem Individualverkehr zum ÖPNV – am Beispiel des Korridors Karlsruhe – Bretten"* (INOVAPLAN 1996) und *„Überprüfung von Rahmenbedingungen zur Sicherung des Erfolgs von Planungen des Öffentlichen Personennahverkehrs"* (INOVAPLAN 1997) durchgeführt wurden.

Die Ausführungen zum „Karlsruher Modell" werden ergänzt durch Kurzanalysen zum *Verkehrskonzept der Stadt Zürich* und zur *Situation des ÖPNV in ausgewählten Städten in den neuen Bundesländern*. Diese Kurzanalysen stützen sich auf ein von der *EBF Ingenieurgesellschaft für Umwelt- und Bautechnik GmbH, Dresden*, im Auftrag des TAB erarbeitetes Gutachten *„Entwicklung des Öffentlichen Personennahverkehrs in ausgewählten Ballungszentren der NBL – eine Bewertung"* (EBF 1996).

4.1 Erfolgsmodelle im internationalen Bereich – Verkehrskonzept der Stadt Zürich

Viele europäische Städte entstammen kleinräumigen Bebauungsstrukturen und haben sich während der vergangenen Jahrzehnte der Entwicklung des motorisierten Individualverkehrs nur beschränkt anpassen können. Die Hoffnung der fünfziger Jahre, die autogerechte Stadt schaffen zu können, erwies sich als Illusion, die nicht nur in den engräumigen Verhältnissen historisch gewachsener europäischer Städte, sondern auch in städtebaulich großzügig angelegten Metropolen nicht zu verwirklichen war. Der Versuch, autogerechte Stadtstrukturen zu entwickeln, hat in vielen Städten zum Abbau von Straßenbahntrassen geführt, um Flächen für den Straßenbau zu gewinnen. Dies hat erhebliche Einschränkungen der urbanen Lebensqualität bewirkt; viele Einwohner reagierten auf diese Veränderungen mit Umzug ins Umland der Städte, was wiederum neuen Verkehr induzierte. Dieser als Suburbanisierung bezeichnete Prozeß, der immer noch andauert, ist mit erheblichen Umweltauswirkungen verbunden, die nicht nur aus den Emissionen des durch diesen Entwicklungsprozeß induzierten Verkehrs bestehen, sondern auch aus dem mit diesem Prozeß verbundenen Landverbrauch, der Zerschneidungen von Landschaften und Versiegelungen von Boden nach sich zieht.

Angesichts der Unmöglichkeit, innerhalb der Ballungsräume autogerechte Strukturen zu verwirklichen, haben viele Städte in den vergangenen Jahren und Jahrzehnten umfangreiche Programme gestartet, um Urbanität zurückzugewinnen. Dies geschah zumeist mit Maßnahmen wie der Schaffung verkehrsberuhigter Zonen und der Förderung des ÖPNV. Dabei wurden verschiedene Strategien entwickelt und mit jeweils mehr oder weniger Erfolg durchgesetzt. Einige Beispiele für interessante Verkehrskonzepte sind:

- selektive Zufahrtsbeschränkungen zusammen mit der Förderung des ÖPNV in Bologna;
- die Einrichtung einer vollautomatischen Stadtbahn (Metro) mit kurzen Taktzeiten in Lille;
- ein System von Schnellbusverbindungen zum Teil auf Sonderspuren in der Stadt Curitiba/Brasilien;
- ÖPNV-Priorisierung im Rahmen des Verkehrskonzepts der Stadt Zürich.

Das Verkehrskonzept der Stadt Zürich

Insbesondere das Verkehrskonzept der Stadt Zürich ist für die Untersuchungen dieser Studie von besonderem Interesse. Auch wenn dieses Modell von einer Reihe spezieller Faktoren geprägt ist, so besitzt es bezüglich seiner Konzeption, seiner Entwicklungsgeschichte und der weitergehenden Planungen Modellcharakter. Interessant ist bereits die Entstehungsgeschichte dieses Konzepts, die ein Beispiel für Möglichkeiten partizipativer Mitwirkung der Öffentlichkeit bei Fragen der städtischen Raum- und Verkehrsplanung darstellt. So wurde im Jahre 1973 in einem Volksentscheid ein von Experten ursprünglich vorgesehenes U-Bahnkonzept abgelehnt und einer erheblich preiswerteren Alternative, auf der Grundlage eines verbesserten Oberflächen-ÖPNV mit eindeutiger Priorisierung des Straßenbahn- und Busverkehrs, der Vorzug gegeben. Im einzelnen wurden bereits in den siebziger Jahren die folgenden *ordnungsrechtlichen Maßnahmen* realisiert:

- Einschränkung des motorisierten Individualverkehrs insbesondere durch erhebliche Verminderung des Parkraumangebots. So wurden zahlreiche Park-, Halte- und Linksabbiegeverbote verhängt, verbunden mit dem Abbau von 10 000 Parkplätzen.
- Eindeutige Priorisierung des ÖPNV durch separate Spurführung und Vorrangschaltung der Lichtsignalanlagen im Kreuzungsbereich.

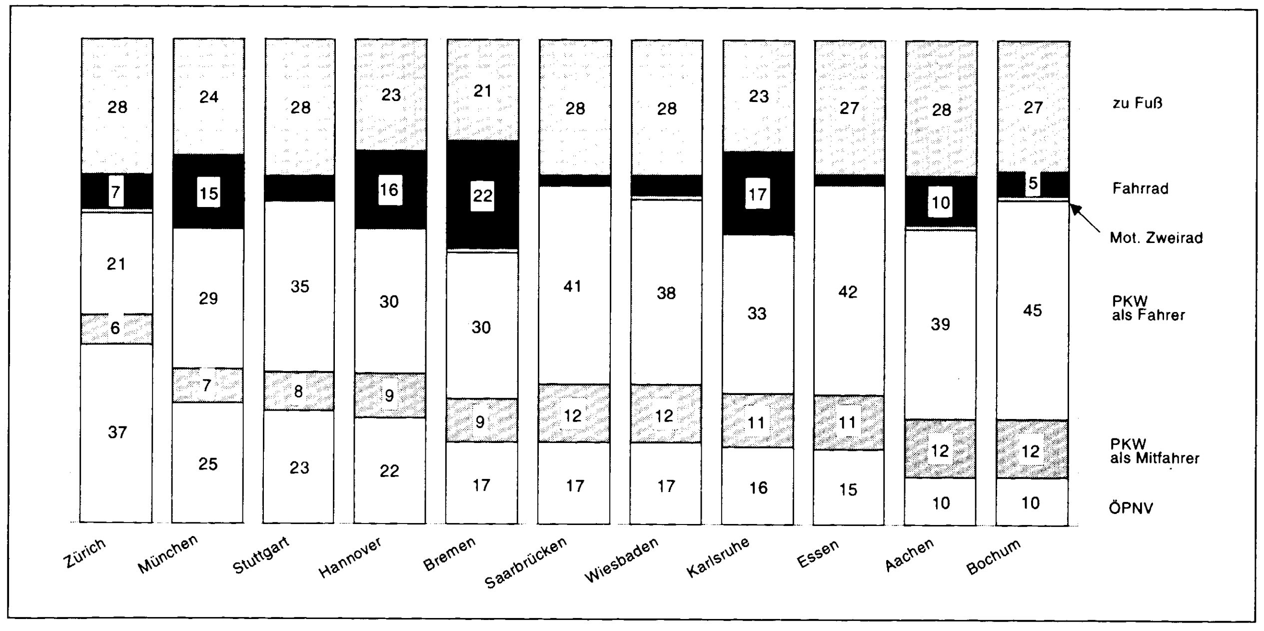
Diese ordnungsrechtlichen Maßnahmen wurden durch *entsprechende Infrastrukturmaßnahmen im Bereich des ÖPNV*, wie dem Aufbau eines rechnergestützten Betriebsleitsystems zur Steuerung und Überwachung des ÖPNV, und durch eine zielgruppenorientierte und offensive Öffentlichkeitsarbeit begleitet. Das ordnungsrechtliche Instrumentarium wurde ständig weiterentwickelt. So wurde im Jahre 1986 eine Verordnung erlassen, die für Gebiete mit gutem ÖPNV-Anschluß weniger Pflichtparkplätze vorsieht. In einer weiteren Verordnung aus dem Jahre 1988 wurde privaten Bauherren der Bau weiterer Pflichtparkplätze neben den bereits vorhandenen verboten. Nach Fertigstellung eines etwa 400 km langen S-Bahn-Netzes im Jahre 1990 wurde mit der Gründung des *Züricher Verkehrsverbundes* ein wichtiger weiterer Schritt vollzogen, der mit den folgenden Einzelmaßnahmen verbunden war:

- Einführung eines einheitlichen Tarifsystems und Koordinierung der Fahrpläne;
- Einführung einer preiswerten Monatskarte, der sogenannten Regenbogenkarte, für den gesamten Verkehrsverbund;
- Einführung dichter Taktzeiten und Überwachung der Fahrplaneinhaltung;
- Verbesserung der Fußgängeranbindung zum ÖPNV.

Durch diese umfangreichen Maßnahmen stieg das Fahrgastaufkommen des ÖPNV in den achtziger Jahren um 40 %, der Anteil der Pkw-Fahrten konnte entgegen dem allgemeinen Trend reduziert werden. Ein Vergleich der Verkehrsmittelwahl in europäischen Städten macht den Erfolg des Züricher Modells deutlich: dort werden mit 37 % ÖPNV-Anteil erheblich höhere Werte erzielt als in den ebenfalls untersuchten deutschen Städten (Abb. V-4.1). Besonders bemerkenswert für das Züricher Modell ist, daß es ohne Bundesfinanzierung realisiert werden konnte.

Abbildung V-4.1

Verkehrsmittelwahl in europäischen Städten, Stand 1992 (Angaben in Prozent)



Quelle: EBF 1996

Projekt „züri mobil"

Als weiteres innovatives Verkehrs- bzw. Mobilitätskonzept ist das von den Züricher Verkehrsbetrieben im Jahre 1994 vorgestellte Projekt *„züri mobil"* anzusehen, das eine enge organisatorische Verkopplung von öffentlichen und individuellen Verkehrsmitteln anstrebt. Nach einer Pilotphase ist *„züri mobil"* seit Januar 1997 in den kommerziellen Betrieb übergegangen. *„züri mobil"* wird rein privatwirtschaftlich betrieben und erhält keine öffentlichen Fördermittel.

Jeder, der seinen Wohnsitz in der Schweiz hat, kann zu einem Unkostenbeitrag von 100,– SFr im Jahr Mitglied bei „züri mobil" werden. *„züri mobil"* bietet seinen Mitgliedern die nachfolgend zusammengestellten Optionen an:

- Zentraler Bestandteil des Modells ist ein Car-Sharing-System, in dem Pkws stunden-, tage- oder wochenweise zu einem günstigen Tarif gemietet werden können. An mehr als 40 Standorten in und um Zürich sowie an mehr als 250 weiteren Standorten in der gesamten Schweiz können die Fahrzeuge übernommen werden.
- Ein wichtiges „Highlight" ist die Möglichkeit, für 25,00 SFr pro Tag ein Generalabonnement der Schweizer Bundesbahn in Anspruch nehmen zu können, das zusätzlich die kostenlose Beförderung auf allen öffentlichen Verkehrsmittel der Schweiz (Tram, Bus, Bahn, Postauto und Schiff) beinhaltet.
- Als zusätzlichen Vorteil können Teilnehmer von „züri mobil", die gleichzeitig Inhaber eines gültigen Jahresabonnenments der Verkehrsbetriebe Zürich sind, nach 9 Uhr morgens und rund ums Wochenende eine Begleitperson kostenlos mitnehmen.

Die Reservierung eines Autos oder die Bestellung eines nicht-personengebundenen Tages-Generalabonnements der Schweizer Bundesbahn ist rund um die Uhr möglich und wird sofort bestätigt. Es schließt nicht nur das Netz der Schweizer Bundesbahn ein, sondern umfaßt auch die meisten privatisierten Bahnstrecken.

Die Palette der im Rahmen von „züri mobil" angebotenen Fahrzeuge reicht von Kleinwagen bis zum Großraumwagen/Transporter. Die Gebühren umfassen neben den Mietgebühren alle Kosten einschließlich der Vollkaskoversicherung und den Treibstoffkosten. Es besteht die Wahl zwischen einem Kilometertarif (0,40–0,70 Sfr pro km) und einen Zeittarif (2,35 SFr pro Stunde bzw. 37,60 SFr pro Tag).

Alle zwei Monate erhält der Kunde eine detaillierte Abrechnung. Den Einstieg erleichtert „züri mobil" mit einem 15%igen Rabatt für Erst-Nutzer. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, „züri mobil" zunächst für drei Monate kostenlos zu testen. Für Firmen wird bei mehr als vier „züri mobil"-Abonnements ein Rabatt von 20% auf diese Abos gewährt.

Mitglieder von „züri mobil" erhalten eine „Codekarte", die es ihnen ermöglicht, den bestellten Pkw an der gewünschten Station in Empfang zu nehmen. Die Stationen liegen so, daß sie mit öffentlichen Verkehrsmitteln gut zu erreichen sind, ein großer Teil der Züricher Stationen liegt in der Nähe eines Bahnhofs. Vier Stationen sind rund um die Uhr vor allem auch an Wochenenden besetzt. An den anderen Stationen können die Fahrzeuge mit Hilfe der Mitgliedskarte in Empfang genommen werden. Diese Karte ermöglicht auch das kostenlose Tanken des gemieteten Pkw.

Ein Vergleich der Kosten für die Ausleihe eines Kleinwagens entsprechend den Bedingungen von „züri mobil" mit dem Erwerb und Unterhalt eines Pkw der gleichen Klasse zeigt, daß die Anschaffung eines privaten PKW unter den zugrundegelegten Annahmen erst dann lohnt, wenn die jährliche km-Leistung über 11 000 km liegt (Abb. V-4.2).

Zürich nimmt mit „züri mobil" eine Vorreiterrolle bei der Umsetzung innovativer Mobilitätskonzepte ein. Es führt den ÖPNV und den motorisierten Individualverkehr zum gegenseitigen Vorteil zusammen. Die Mobilität wird erhöht und die Akzeptanz für die Benutzung des ÖPNV wird gesteigert. Von Beginn der Einführung bis Mitte 1996 nahmen ca. 2 000 Personen das Angebot wahr. Möglich wurde dies nicht durch den Einsatz öffentlicher Mittel, sondern durch die Gründung eines eigenständigen Unternehmens mit mehreren Partnern. Das Verkehrskonzept der Stadt Zürich zusammen mit dem Modell „züri mobil" hat somit *Vorbildcharakter für eine neue Mobilitätspraxis ohne den Besitz eines privaten Pkw.* Die Akzeptanz dieses Modells wird auch für die Entwicklung neuer Mobilitätsformen in Deutschland von Bedeutung sein.

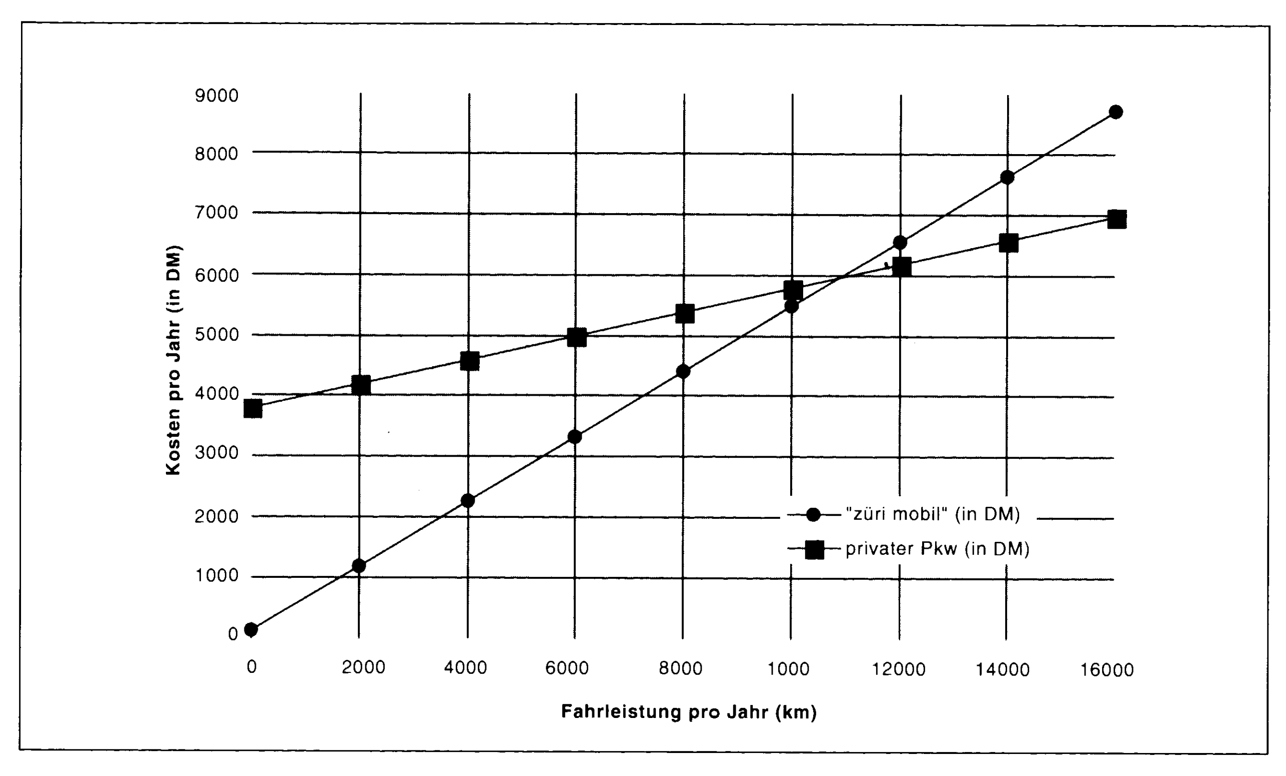
4.2 Das „Karlsruher Modell" – eine Fallstudie

Das nachfolgend als Fallbeispiel behandelte „Karlsruher Modell" hat seine besondere Bedeutung als *regionales* Verkehrskonzept. Die bisherigen Erfahrungen dieses Modells werden insbesondere bezüglich der folgenden Fragen ausgewertet:

- Welche organisatorischen und institutionellen Voraussetzungen waren notwendig für den Erfolg des Karlsruher Vorhabens?
- Welcher Teil der Steigerungsrate bei der Nutzung des Karlsruher Verkehrsverbundes (KVV) ist eine echte Verlagerung von Straßenverkehr auf den öffentlichen Verkehr (ÖV) und welcher Teil ist induzierter Zusatzverkehr, verursacht durch die verbesserte Verkehrsanbindung?
- Welche Kostendeckung wird bei dem KVV-Modell erreicht, und wie ist die Kostenverteilung zwischen den verschiedenen Gebietskörperschaften geregelt?
- Wie sind die Chancen der langfristigen Erfolgssicherung für dieses Modell unter den Bedingungen der gegenwärtigen Regelungen der Raum- und Standortplanung?

Abbildung V-4.2

Kostenvergleich „züri mobil" und privater Pkw



4.2.1 Elemente eines erfolgreichen ÖPNV-Modells

4.2.1.1 Verkehrliches Gesamtkonzept

Erfolgreiche ÖPNV-Modelle, wie das „Karlsruher Modell", sind zumeist das Ergebnis sowohl von systematischen Planungs- und Umsetzungsprozessen als auch von günstigen Voraussetzungen. Für den Erfolg des „Karlsruher Modells" waren zwei Aspekte von besonderer Bedeutung:

- Die Stadt Karlsruhe hat im Gegensatz zu vielen anderen Großstädten ihr Straßenbahnnetz nicht abgebaut, sondern konsequent gepflegt und weiterentwickelt.
- Das Straßenbahnnetz in Karlsruhe weist die sog. Normalspur (Spurweite 1435 mm) der Eisenbahn auf, was eher als historisch zufällige Entwicklung angesehen werden kann.

Diese günstigen Voraussetzungen wurden konsequent weiterentwickelt, nicht nur im Stadtgebiet von Karlsruhe, sondern auch durch Ausdehnung des Betriebs auf stillgelegte oder schwach ausgelastete Eisenbahnstrecken der Region, wie auf die hier näher betrachtete *Strecke von Karlsruhe nach Bretten*, im weiteren kurz als *Stadtbahn* bezeichnet. Inzwischen wurde dieses Konzept auf weitere Strecken ausgedehnt. Die Umsetzung des Ausbaus der Karlsruher Stadtbahn beruht auf einem verkehrlichen Gesamtkonzept, das durch eine Reihe abgestimmter Maßnahmen gekennzeichnet ist. Wesentliche Elemente des realisierten Konzepts werden nachfolgend dargestellt.

Verbesserung der direkten Zielerschließung

Ziele in den Stadtzentren von Karlsruhe und Bretten wurden durch die direkte umsteigefreie Führung der Stadtbahn bis ins Zentrum von Karlsruhe mit seinen bestehenden Straßenbahnhaltestellen und durch die Schaffung weiterer Haltepunkte in Bretten deutlich besser erschlossen.

Reisezeitverkürzung

Das Stadtbahnangebot führte zu einer Verkürzung der Reisezeiten, trotz teilweise längerer Fahrzeiten wegen der gestiegenen Zahl der Halte. Die Reduktion der Reisezeiten ergab sich vor allem durch

- Verkürzung der Zugangszeiten
  - durch mehr Haltepunkte und dadurch direkteren Zugang und
  - durch Verbesserung und Abstimmung des Buszubringerverkehrs,
- Entfallen der Umsteigezeiten und
- Verkürzung der Wartezeiten (durch Erhöhung der Bedienungsfrequenz).

Taktverkehr, Ausdehnung der Betriebszeiten

Eine wesentliche Verbesserung aus der Sicht der Nutzer war die Einführung des Taktverkehrs. Es wurde ein Taktfahrplan mit einem 20-min-Takt während der Hauptverkehrszeiten eingeführt. Die Anzahl der werktäglich verkehrenden Züge wurde mehr als verdoppelt.

Mit der Einführung der Stadtbahn wurden die Bedienungszeiten erheblich ausgeweitet. Bestand vorher ab dem späten Abend keine Bedienung mehr, so werden nun Fahrten bis nach Mitternacht angeboten. Die Bedeutung eines ausreichenden Abendangebots muß sehr hoch eingeschätzt werden, da z. B. mit den abendlichen Hinfahrten auch die nächtlichen Rückfahrten geplant werden können.

Ferner wurde das Verkehrsangebot auch an Wochenenden stark erhöht, was zu sehr großen Zuwächsen geführt hat. Im Sonntagsverkehr wurde eine Steigerung der Fahrgastzahlen von ca. 200 auf ca. 3 700 erreicht, ein höheres Niveau als im Werktagsverkehr vorher.

Tarifvereinheitlichung und Tarifvereinfachung

Die Tarife wurden vereinheitlicht. Der neue Gemeinschaftstarif des KVV führt zur Verbilligung von Fahrten bis nach Karlsruhe, da nur ein Fahrschein notwendig ist, der insgesamt geringere Kosten für den Nutzer verursacht, als die Fahrscheine für die DB und die Benutzung der Straßenbahn vorher. Ähnliches gilt auch für die Nutzer von Zeitkarten, die in besonderem Maße von der neuen Tarifstruktur profitierten.

Damit einher ging die Vereinfachung der Tarife. In jeder Gemeinde gilt der gleiche Tarif, und damit entfällt die Unterscheidung zwischen verschiedenen Ortsteilen. Darüber hinaus können besondere Angebote, wie übertragbare Monatskarten und Familienkarten, die im ganzen Netz des KVV gelten, in Anspruch genommen werden. Durch den vereinfachten Fahrkartenerwerb wird eine wichtige Zugangsschwelle zum ÖPNV gesenkt.

Komfortverbesserung

Mit dem Einsatz der Stadtbahnwagen verbinden sich Komfortverbesserungen, da diese mit bequemeren Sitzen ausgestattet sind und die Fahrt leiser und ruhiger ist als in den Nahverkehrszügen oder Dieseltriebzügen der Bahn. Insgesamt ist der Einsatz moderner Stadtbahnwagen somit auch als Imageverbesserung des ÖPNV zu werten.

Haltestellenausstattung

Ein weiteres Element des Gesamtkonzeptes ist die Errichtung moderner Haltestellen mit entsprechender Ausstattung wie

- Wetterschutz,
- Fahrplaninformation und
- Fahrkartenautomaten.

Damit wird der Zugang zum ÖPNV erheblich erleichtert, da sich die Fahrgäste angemessen betreut fühlen.

Verknüpfung des Individualverkehrs mit dem ÖPNV

Ein weiteres Element zur Steigerung der Attraktivität ist die Verknüpfung des ÖPNV mit dem motorisierten Individualverkehr durch das Angebot von Park+Ride-Stellplätzen. Entlang der Strecke wurde eine Reihe von P+R-Plätzen eingerichtet, die es auch Fahrgästen aus der Region und angrenzenden Räumen ohne direkten ÖPNV-Anschluß erleichtern, die Stadtbahn zu nutzen. Auch die Einrichtung von Fahrradabstellanlagen an Haltestellen spielt eine wichtige Rolle zur Erleichterung des Zugangs zur Stadtbahn.

Flankierende Maßnahmen

Die Einführung der Stadtbahn wurde durch Maßnahmen in zwei Bereichen unterstützt:

- Öffentlichkeitsarbeit und
- Information.

Intensive Pressearbeit bereits in der Realisierungsphase stellte sicher, daß das neue Angebot der Öffentlichkeit frühzeitig bekannt war. Durch die Einbindung der Kommunen in die Planung und Finanzierung entstand schon sehr früh eine öffentliche Diskussion, die die Angebotsverbesserungen im Bewußtsein der Nutzer verankerte, noch bevor das Angebot tatsächlich eingeführt war.

Wesentliche Elemente des *Betriebskonzepts* im Vergleich zum Vorherzustand sind für den Abschnitt der Stadtbahn zwischen Bretten-Gölshausen und Karlsruhe-Durlach in Tabelle V-4.1 zusammengestellt. Auf dem restlichen Abschnitt zwischen Karlsruhe-Durlach und Karlsruhe Hbf über die Karlsruher Innenstadt findet reiner Straßenbahnbetrieb statt.

Tabelle V-4.1

Elemente des Betriebskonzepts
(zwischen Bretten-Gölshausen und Karlsruhe-Durlach)

	Stadtbahnbetrieb	*Vorher*
Takt	ja (20 min)	nein
Haltestellenanzahl	16	7
mittlerer Haltestellenabstand	1 550 m	4 200 m
Streckenlänge	ca. 24 km	ca. 24 km
Antrieb	elektrisch	Diesel (DB)
Betriebsordnung	EBO, Blocksicherung	EBO, Blocksicherung
Fahrzeuge	Stadtbahnwagen	Nahverkehrszüge/ Triebwagen
Fahrzeit Gölshausen – Durlach	ca. 31 min ca. 24 min (Eilzug)	ca. 28 min

4.2.1.2 Das Betreiberkonzept

Das Betreiberkonzept muß vor dem Hintergrund der Regionalisierung des Schienenpersonennahverkehrs (SPNV) betrachtet werden, da die Regionalisierung weitgehende Veränderungen in der Organisation des ÖPNV insbesondere des SPNV mit sich bringt. Auch wenn das Karlsruher Modell vor Inkrafttreten der gesetzlichen Regelungen zur Regionalisierung am 1. Januar 1996 verwirklicht wurde, so ist es doch als

Modellfall einer Regionalisierung im SPNV anzusehen. Das Betreiberkonzept wird deshalb in seiner ursprünglichen und in seiner neuen Form näher betrachtet.

Ursprüngliches Betreiberkonzept

Die bereits 1988 aufgenommenen Verhandlungen zwischen der Albtalverkehrsgesellschaft (AVG), einem im Besitz der örtlichen Gebietskörperschaften, insbesondere der Stadt Karlsruhe, befindlichen Eisenbahnunternehmen, und der damaligen Deutschen Bundesbahn (DB) führten zu einer Kooperationsvereinbarung zwischen der DB und der AVG, die den Betrieb auf der Linie Bretten-Karlsruhe regelte.

Danach war die DB als Inhaber der Strecke zuständig für

- den Unterhalt der Fahrwege,
- die Stromversorgung,
- die Streckensicherung und
- den Betriebsablauf (Fahrdienstleitung).

Dafür erhielt die DB von der AVG eine Streckenbenutzungsgebühr und einen Anteil der Fahrgeldeinnahmen. Die AVG konnte im Rahmen der Kooperation auf der Strecke ihre Stadtbahnwagen einsetzen und war zuständig für

- Fahrplangestaltung und
- Tarifgestaltung.

Im Jahre 1993 wurde mit dem Karlsruher Verkehrsverbund (KVV), dessen Gesellschafter die Stadt Karlsruhe, der Landkreis Karlsruhe und der Landkreis Germersheim sind, eine wichtige institutionelle Voraussetzung für die Regionalisierung des SPNV geschaffen. Der Verkehrsverbund tritt, wie in Abbildung V-4.3 dargestellt, gegenüber den Verkehrsunternehmen als Besteller auf, so daß damit ein Drei-Ebenen-Modell für die Trennung der Zuständigkeiten im ÖPNV nach

- Politischer Ebene (Gebietskörperschaften),
- Regie-Ebene (Verbund GmbH) und
- Ersteller-Ebene (Verkehrsunternehmen)

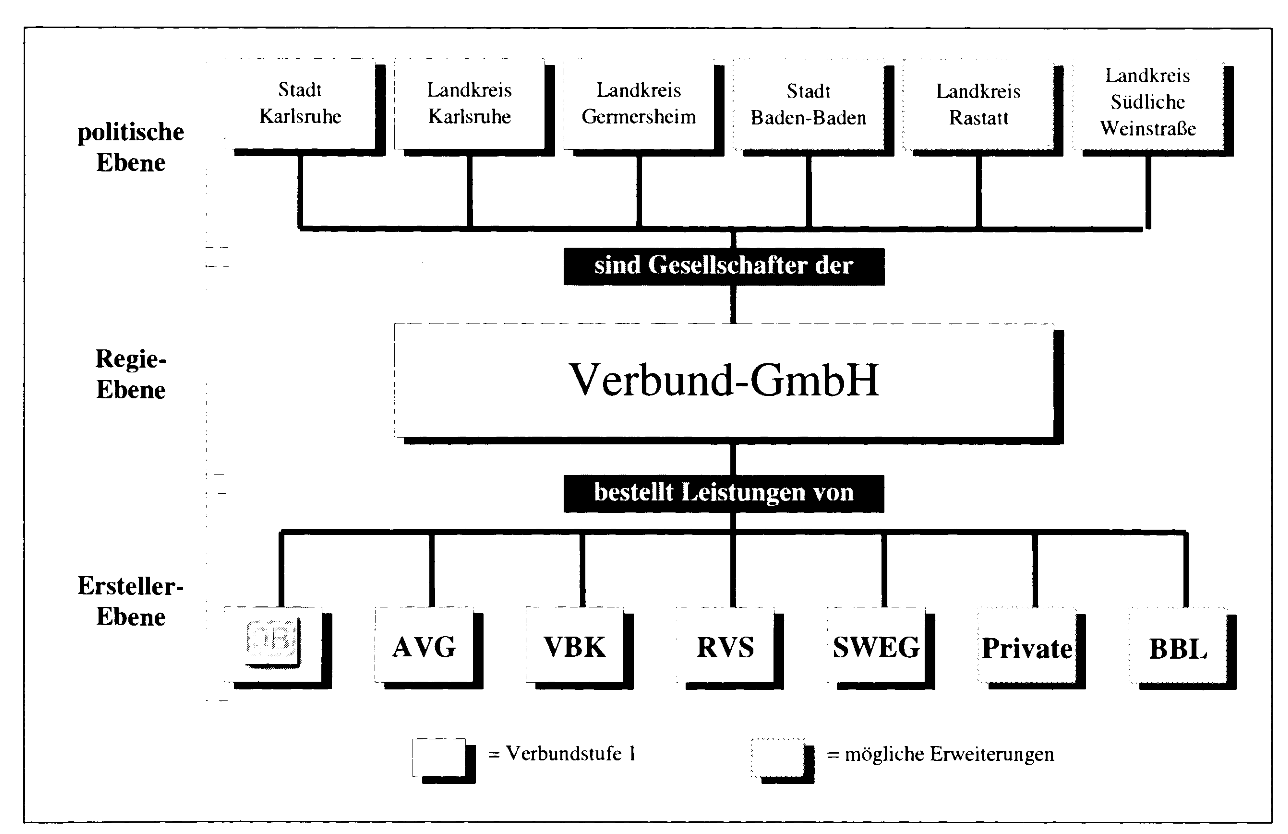
umgesetzt werden konnte (LUDWIG et al. 1994).

Regelung unter den Bedingungen der Regionalisierung

Die Albtalverkehrsgesellschaft (AVG) stellte bereits im Jahre 1992 einen Antrag auf Übernahme der Strecke in ihre Verantwortung. Dieses Vorgehen war ganz im Sinne der kommenden Regionalisierung, jedoch ohne Präzedenzfall. Die am 1. Januar 1996 inkraftgetretene Regionalisierung des öffentlichen Personennahverkehrs hatte dann für die AVG und den SPNV auf der Strecke Bretten-Karlsruhe zwei wesentliche Konsequenzen:

Abbildung V-4.3

„Drei-Ebenen-Modell" des Karlsruher Verkehrsverbundes (KVV)



Quelle: LUDWIG et al. 1994

- die Verantwortung für den Verkehr ging vom Besteller KVV an das Land Baden-Württemberg (als Aufgabenträger des SPNV) über und
- für die Benutzung der Strecke wären nun grundsätzlich Trassenpreise zu entrichten gewesen.

Damit war die AVG nicht mehr notwendigerweise Betreiber der Stadtbahn, vielmehr hatte das Land Baden-Württemberg als Aufgabenträger diesen Verkehr auszuschreiben, und die AVG hatte dem Land bzw. der Nahverkehrsgesellschaft des Landes ein Angebot zu unterbreiten, das in erster Linie in Konkurrenz zur Deutschen Bahn AG (DB AG) zu sehen war.

Die DB AG war nun gehalten, der AVG *Trassenpreise* in Rechnung zu stellen. Damit aber wäre für die AVG eine erhebliche Kostensteigerung eingetreten, da die Trassenpreise je Zugkilometer zu entrichten sind (zwischen 5,00 DM und 9,00 DM) und damit bei einem dichten Angebot eine erhebliche Kostensteigerung gegenüber der bisherigen Entrichtung einer Nutzungsgebühr eingetreten wäre. Die Problematik der Trassenpreise im SPNV besteht darin, daß die einheitlichen Werte des Trassenpreiskatalogs praktischen Gegebenheiten nur unzulänglich entsprechen, da der hohe Grundkostenanteil bei häufiger Nutzung einer Strecke zu ungerechtfertigt hohen Kosten führt.

Mit dem 1992 gestellten Antrag auf die *Verpachtung der Strecke* an die AVG konnte die Problematik der Trassenpreise umgangen werden. Die AVG wurde formal Inhaberin der Eisenbahninfrastruktur und ist nun selbst zuständig für Unterhalt, Streckensicherung und Betriebsablauf. Damit ist eine Regelung gefunden worden, die deutlich kostengünstiger ist als die Trassenpreis-Regelung. Im Zuge dieser neuen Regelung stellte die DB AG ihren eigenen Verkehr auf der Strecke ein.

Die AVG erhielt von der Nahverkehrsgesellschaft Baden-Württemberg GmbH den Zuschlag für die Durchführung des SPNV in der Region Karlsruhe. Im Sommer 1996 wurden umfangreiche Verträge über die Bestellung von Verkehrsleistungen durch das Land unterzeichnet, die damit den Bestand des Karlsruher Modells sichern und die AVG nach der DB AG zum zweitgrößten Eisenbahnunternehmen in Baden-Württemberg machen.

4.2.1.3 Investitionen und Zuschüsse

Angebotsverbesserungen erfordern im allgemeinen erhebliche Investitionen. Im folgenden soll daher auf die Finanzierung der Investitionen und die Verteilung der Kosten auf die verschiedenen beteiligten Körperschaften näher eingegangen werden. Dazu sind jedoch einschränkende Anmerkungen zu machen. Die Verrechnung auf bestimmte Betriebsleistungen oder Linien ist sehr schwierig. Interne Berechnungen gelten in der Regel als Betriebsgeheimnis, und es stehen nur Zahlen aus den Geschäftsberichten zur Verfügung. Die Zahlenangaben sind daher relativ grob, und viele Angaben erfolgen nur qualitativ.

Investitionen in Fahrzeuge und Infrastruktur

Es sind drei Investitionsbereiche zu unterscheiden:

- Anschaffung von Fahrzeugen,
- Umrüstung des Fahrwegs (Elektrifizierung, Streckensicherungsanlagen, Signaltechnik) und
- Erstellung der Infrastruktur (Haltestellen, Neubau und Ausbesserung von Gleisen, Kunstbauwerke).

Da die DB AG für die bestehende Strecke zuständig war, übernahm sie die Verantwortung für den Bereich der Umrüstung des Fahrwegs und errichtete die Bahnstromanlagen, die Stellwerke, Signaltechnik und die Sicherungsanlagen. Dafür fielen Investitionen in Höhe von 13 Mio. DM an. Für den Neubau der Gleise zwischen Grötzingen und Durlach, der auch zwei Brücken erforderte, und die Ergänzungen der bestehenden Gleise, den Neubau von Haltestellen, P+R-Plätzen und eines Omnibusbahnhofs in Bretten wurden ca. 30 Mio. DM aufgewendet.

Da bei einem völligen Streckenneubau für eine Stadtbahn mit Investitionskosten ohne Fahrzeuge und Unterwerke von 5 bis 10 Mio. DM/km zu rechnen gewesen wäre, fällt die Revitalisierung der Strecke im Hinblick auf Investitionskosten deutlich günstiger aus (Tab. V-4.2).

Tabelle V-4.2

Investitionskosten

Investitionen	*Kosten*
Fahrwegumrüstung, Elektrifizierung	ca. 13 000 000 DM
Streckenneubau, Haltestellen, ergänzende Infrastruktur ...	ca. 30 000 000 DM
Fahrzeuge	ca. 43 000 000 DM
Summe	*ca. 86 000 000 DM*
spezif. Invest. ohne Fahrzeuge	ca. 1,79 Mill. DM/ Streckenkilometer
spezif. Invest. mit Fahrzeugen	ca. 3,58 Mill. DM/ Streckenkilometer

Quelle: INOVAPLAN 1997 (Berechnungen auf der Basis von Angaben der AVG)

Zunächst wurden 10 Zweisystem-Fahrzeuge (Typ GT 8-100 C/2S) zu einem Stückpreis von ca. 4,3 Mio. DM angeschafft. Damit entstanden Fahrzeugbeschaffungskosten in Höhe von 43 Mio. DM.

Zum Vergleich sei auf kostengünstigere Lösungen, wie den Betrieb mit billigeren Dieselleichttriebwagen und vereinfachte Streckensicherung, verwiesen, wie z. B. im Fall der Schönbuchbahn, bei der die Strecke Böblingen-Dettenhausen für den Personenverkehr reaktiviert worden ist. Hier fielen spezifische Investitionskosten von ca. 0,5 Mio. DM/km (ohne Fahrzeuge) bzw. von ca. 1,5 Mio. DM/km (mit Fahrzeugen) an. Die Betriebskonzepte sind aber sehr unterschiedlich.

Zuschüsse

Die Investitionen im Bereich des Fahrwegs und der ergänzenden Infrastruktur wurden aus Mitteln des Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetzes (GVFG) bezuschußt. Angaben zur absoluten Höhe der Zuschüsse waren nicht zu erhalten, weshalb hier nur die grundsätzlichen Regelungen aufgeführt werden.

Im allgemeinen wird ein Zuschuß von 85 % (60 % Bund, 25 % Land) der Kosten gewährt. Dabei sind jedoch verschiedene Einschränkungen zu beachten.

Zuschußfähig sind alle Infrastrukturmaßnahmen, soweit sie als Neubaumaßnahmen oder wesentliche Veränderungen anzusehen sind. Weiterhin sind seit kurzem auch ÖPNV-Fahrzeuge bis zu 50 % der Anschaffungskosten zuschußfähig. Bestimmte Maßnahmen sind jedoch nicht voll zuwendungsfähig, sondern werden auf der Basis eines Pauschalwertes, der eine Höchstgrenze für die Bezuschussung darstellt und der von Ländervorschriften bestimmt wird, bezuschußt: z. B. P+R-Stellplätze (5 000–10 000 DM/Stellplatz). Die Umrüstung des Fahrweges und der Neubau der Ergänzungsgleise sind grundsätzlich voll zuwendungsfähig, da man davon ausgehen kann, daß hier Kosten ausschließlich nach der Maßgabe der betrieblichen Notwendigkeit anfallen.

Kostenverteilung

Die *nach der Bezuschussung verbleibenden Kostenanteile* der Investitionskosten für den Fahrweg, den Streckenneubau, die Haltestellen und die ergänzende Infrastruktur waren unterschiedlich zu verteilen:

- Die DB übernahm die auf ihre Strecken entfallenden 15 % der Aufwendungen für die Fahrwegumrüstung und die Elektrifizierung.
- Der Landkreis Karlsruhe übernahm 50 % der verbleibenden Kosten der zuschußfähigen Aufwendungen, während der Rest von den bedienten Gemeinden zu tragen war.

Die Verteilung bzw. Umlage der Kosten wurde in einem Vertrag zwischen der AVG, dem Landkreis und den Gemeinden (Stadt Karlsruhe, Bretten und Walzbachtal) vereinbart. Die Fahrzeuge, die zum Zeitpunkt der Stadtbahneinführung nicht zuschußfähig waren, wurden von den Gemeinden finanziert. Dabei übernahm die Stadt Karlsruhe für 5 der 10 Fahrzeuge die Finanzierung, da die Fahrzeuge auch im Straßenbahnverkehr eingesetzt werden. Die restlichen Fahrzeuge wurden von den Gemeinden Bretten und Walzbachtal finanziert, wobei der Landkreis einen Zuschuß von 50 % aus eigenen Haushaltsmitteln gewährte.

4.2.2 Verkehrliche Wirkungen des „Karlsruher Modells"

Die Kernfrage zur verkehrlichen Wirkung des „Karlsruher Modells" ist die nach dem Umfang der Verlagerung von Verkehrsanteilen des motorisierten Individualverkehrs auf den öffentlichen Verkehr. Die beachtliche Steigerung der Fahrgastzahlen des ÖPNV um über 400 %, bezogen allerdings auf die relativ niedrige Auslastung der vorher von der DB AG betriebenen Nahverkehrsstrecke, macht noch nicht deutlich, inwieweit es sich dabei um *Verlagerungen* oder um *Induktion von Neuverkehr* durch das wesentlich verbesserte ÖPNV-Verkehrsangebot handelt. Auch sind Verlagerungen vom *nichtmotorisierten* Individualverkehr auf den ÖPNV oder unerwünschte *Minderungen der Besetzungszahl* von Pkw durch Umsteigen von ehemaligen Pkw-Mitfahrern auf den ÖPNV zu berücksichtigen. Im Zusammenhang mit den verkehrlichen Wirkungen stehen auch *siedlungsstrukturelle Effekte*.

Als Referenzorte der nachfolgenden Untersuchung wurden neben Bretten, mit der größten Entfernung zum Oberzentrum Karlsruhe, die Gemeinde Walzbachtal mit dem Ortsteil Jöhlingen im mittleren Entfernungsbereich zum Oberzentrum und Grötzingen als stadtnächste Gemeinde ausgewählt.

4.2.2.1 Verlagerungen

Bei der Betrachtung der Verlagerungseffekte nach der Einführung der Stadtbahn ist die *räumliche Ausprägung der Verkehrsnachfrage* zu berücksichtigen. Es ist davon auszugehen, daß nur Wege verlagert werden können, deren Ziele von der Stadtbahn bedient werden. Die Gesamtverkehrsnachfrage im Untersuchungsraum ist dabei keineswegs ausschließlich auf die Achse Bretten-Karlsruhe ausgerichtet.

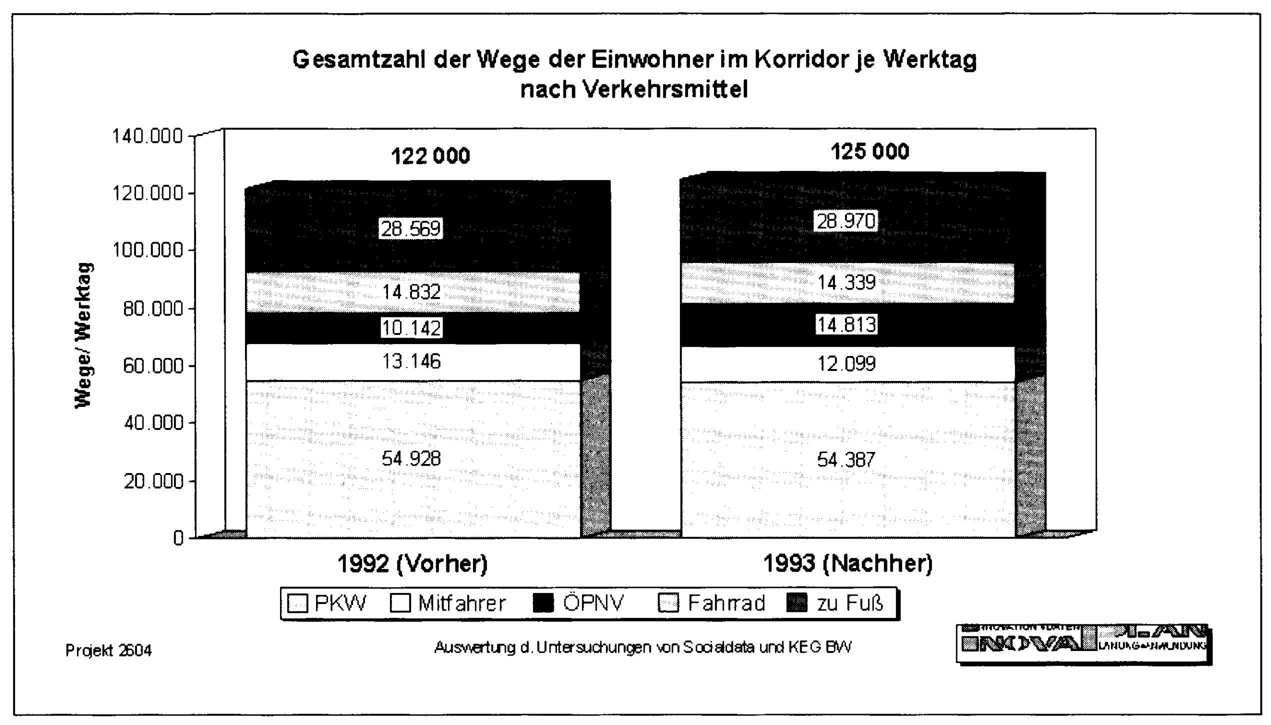
Wegen der teilweise fehlenden Differenzierung der Wege nach Zielen ist es aber unumgänglich, den Gesamtverkehr, also *alle* im Untersuchungsraum anfallenden Wege (nicht nur die „verlagerbaren"), zu betrachten. Aber auch auf dieser Basis zeigt sich eine *wahrnehmbare Veränderung der Verkehrsmittelwahl*, wie Abbildung V-4.4 zeigt. Es handelt sich dabei um eine überschlägige Berechnung der *Wegeanzahl* auf der Basis von Haushaltsbefragungen für Bretten, Grötzingen und Jöhlingen, die auf den Korridor hochgerechnet wurden. Es ist deutlich zu erkennen, daß sich *die Zahl der Wege im ÖPNV signifikant um fast 50 % erhöht hat, während trotz der Zunahme der Gesamtzahl der Wege um ca. 2,5 % die Anzahl der Pkw-Fahrten nicht zugenommen hat*. Damit ergab sich eine Entwicklung gegen den allgemeinen Trend, der Zunahmen der Pkw-Fahrten verzeichnet trotz wachsender Anteile des ÖPNV.

Im folgenden werden die *Veränderungen in der Verkehrsmittelwahl in den Referenzgemeinden* genauer betrachtet. Die *Ausgangssituation* in den drei betrachteten Orten entlang der Stadtbahnlinie – Bretten, Jöhlingen und Grötzingen – ist dabei sehr unterschiedlich. Bretten und Jöhlingen weisen einen höheren Pkw-Anteil am Gesamtverkehr aus als Grötzingen, dafür entfällt in Grötzingen ein höherer Anteil auf den ÖPNV (Abb. V-4.5). Dies ist darauf zurückzuführen, daß Grötzingen durch mehrere Buslinien im Taktverkehr schon vor der Realisierung des „Karlsruher Modells" an den ÖPNV in Karlsruhe angeschlossen war.

Der *Vergleich des Nachherzustandes mit dem Vorherzustand*, ausgedrückt als *Differenz der Anteile an den Verkehrsträgern*, zeigt die Veränderungen deutlich (Abb. V-4.6). Besonders auffällig sind die Ver-

Abbildung V-4.4

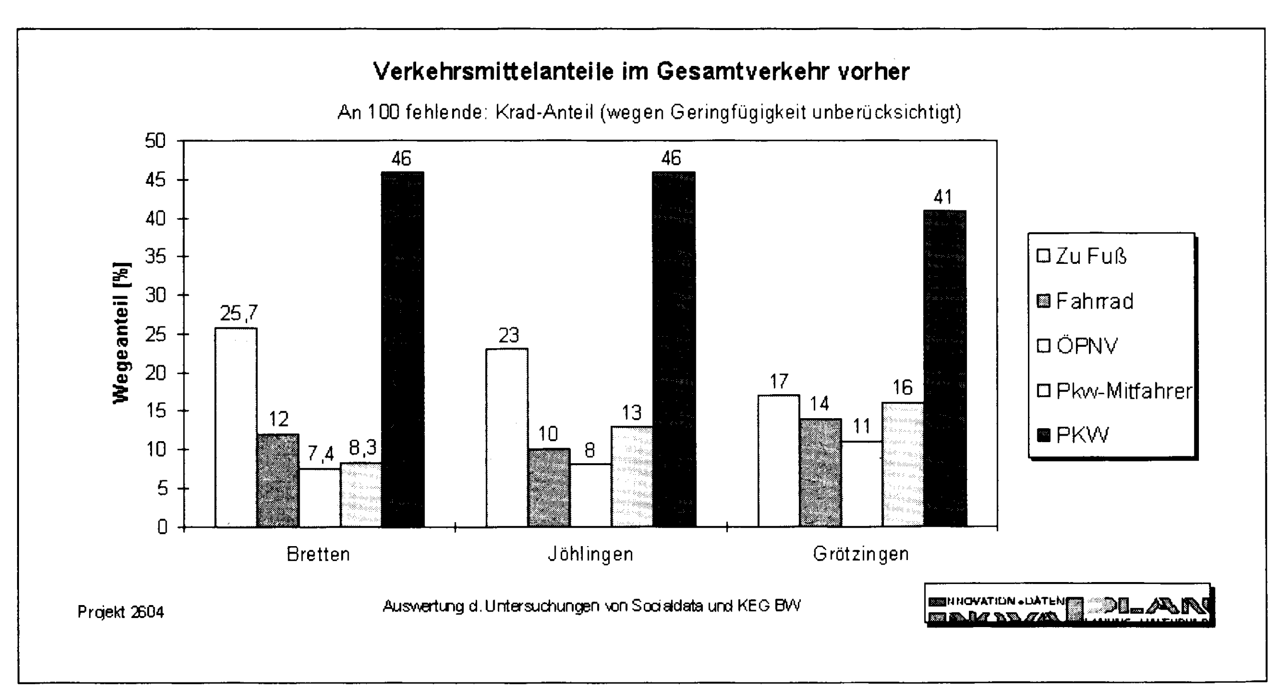
Entwicklung der Gesamtzahl der Wege im Einzugsbereich der „Stadtbahn"



Quelle: INOVAPLAN 1996

Abbildung V-4.5

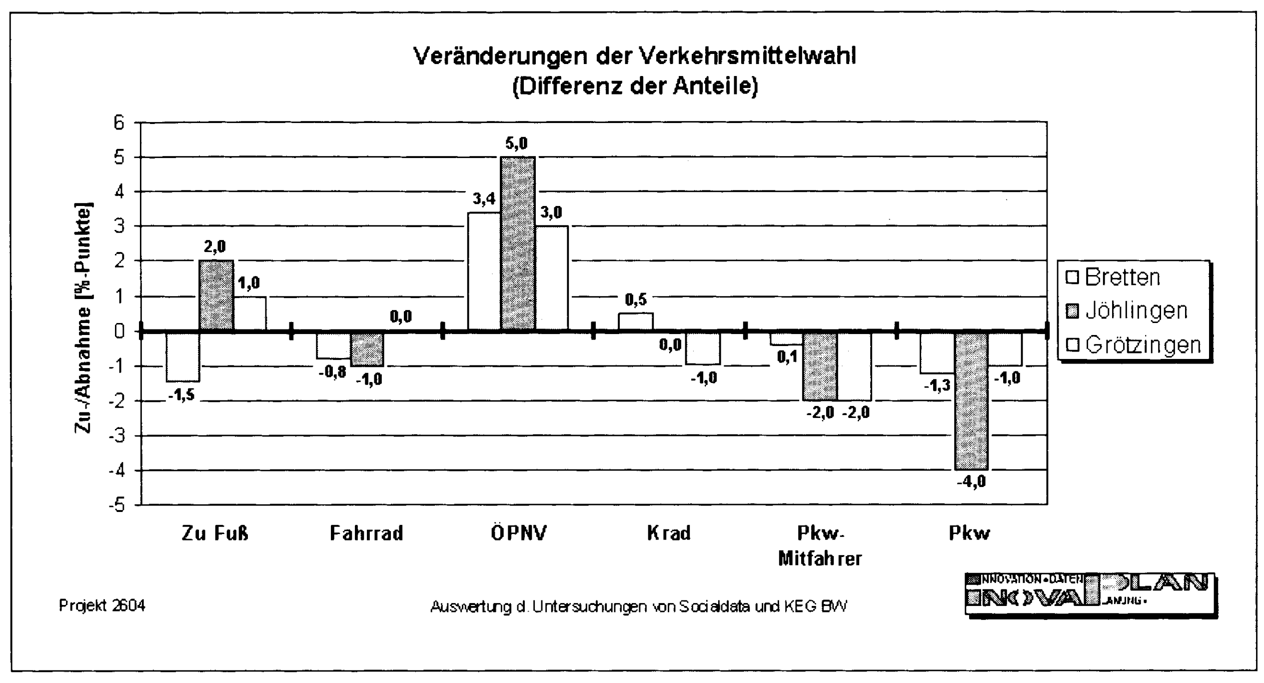
Verkehrsmittelanteile im Gesamtverkehr im Vorherzustand in den Referenzgemeinden



Quelle: INOVAPLAN 1996

Abbildung V-4.6

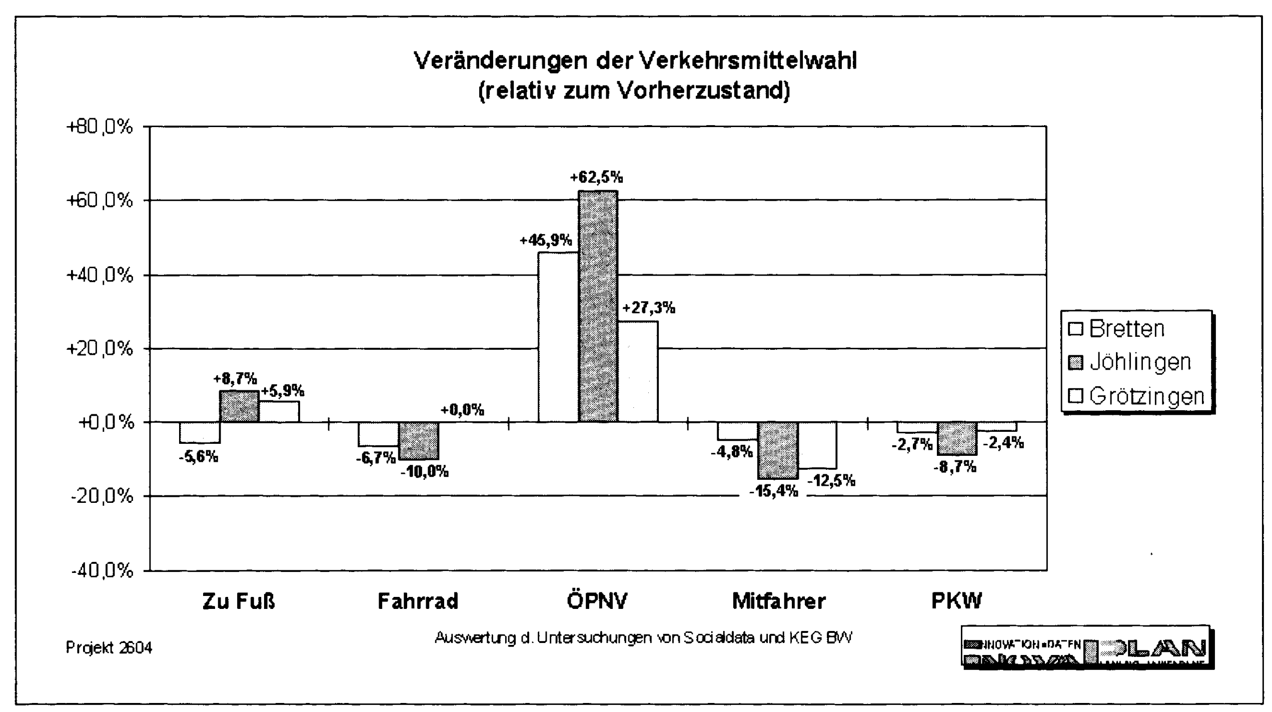
Differenz der Verkehrsmittelanteile im Gesamtverkehr in den Referenzgemeinden



Quelle: INOVAPLAN 1996

Abbildung V-4.7

Relative Veränderungen der Verkehrsmittelanteile am Gesamtverkehr in den Referenzgemeinden



Quelle: INOVAPLAN 1996

änderungen in Jöhlingen, wo sich der Anteil des motorisierten Individualverkehrs am stärksten verringert hat, bei gleichzeitig erheblichem Anstieg des ÖPNV. Es wird deutlich, daß der ÖPNV-Anteil nicht ausschließlich zuungunsten des motorisierten Individualverkehrs steigt, sondern insbesondere in Bretten und Jöhlingen auf Kosten des Fahrrades und insbesondere in Jöhlingen und Grötzingen auf Kosten der Mitfahreranteile im Pkw.

Noch deutlicher lassen sich die eingetretenen Umschichtungen anhand der *relativen Veränderung der Verkehrsmittelanteile* am Gesamtverkehr darstellen (Abb. V-4.7). Hervorstechend sind auch hier die Veränderungen in Jöhlingen, wo der Anteil der Pkw-Fahrten um etwa 9 % sank, während die ÖPNV-Nutzung um über 60 % anstieg. Dieses Ergebnis weist auf erreichbare Verlagerungsraten bei besonders günstigen Bedingungen für den ÖPNV hin.

Erwartungsgemäß sind die Veränderungen in Grötzingen relativ geringer, aber gleichwohl noch sehr bedeutend in der Zunahme der ÖPNV-Nutzung. Die Abnahme des Fußgängerverkehrs in Bretten ist wohl in erster Linie aus der hohen Bedeutung der Stadtbahn für den Binnenverkehr Brettens zu erklären.

Es zeigt sich auch, daß die *Mitfahreranteile* stärker zurückgehen als die Pkw-Fahreranteile. Daraus läßt sich eindeutig schließen, daß *ehemalige Mitfahrer zum ÖPNV gewechselt sind.*

Die Auswertungen zeigen, daß im Gesamtverkehr Veränderungen der Verkehrsmittelwahl eingetreten sind, die zu Verlagerungen vom motorisierten Individualverkehr zum ÖPNV geführt haben. Zur Bestimmung des *Umfangs der eingetretenen Verlagerung* waren zwei Analyseschritte durchzuführen:

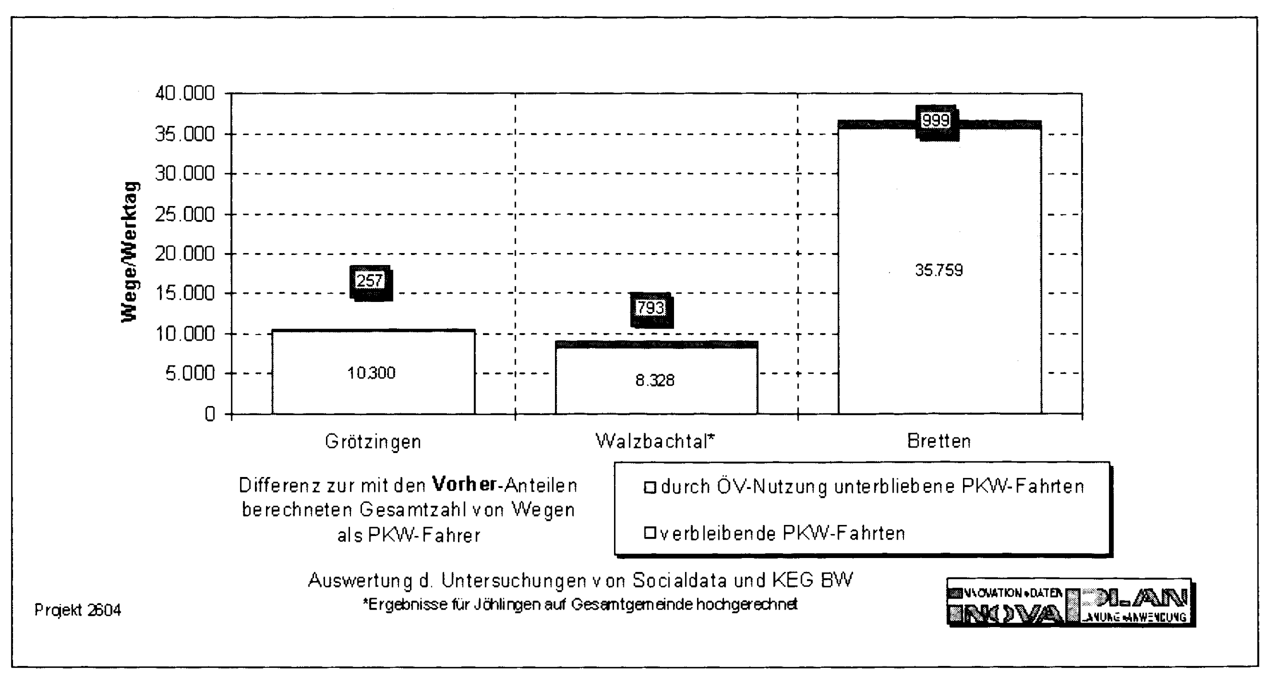
1. Wieviel *Pkw-Fahrten* wurden auf die Stadtbahn *„verlagert"*?
2. Inwieweit wurde die *Fahr- bzw. Verkehrsleistung* des motorisierten Individualverkehrs *reduziert*?

Das Ergebnis der Untersuchungen zur *Verlagerung von Pkw-Fahrten* auf den ÖPNV zeigt, daß insgesamt etwa 2000 Pkw-Fahrten pro Werktag verlagert wurden und sich somit wahrnehmbare Veränderungen ergeben (Abb. V-4.8). Gleichwohl handelt es sich nur um kleine Anteile am Pkw-Fahrtenaufkommen; dabei ist allerdings zu beachten, daß es sich bei der Bezugsgröße um *alle* Pkw-Fahrten der betrachteten Orte handelt.

Für die Einschätzung der Bedeutung der tatsächlich eingetretenen verkehrlichen Veränderungen ist die Bestimmung der *Fahr- bzw. Verkehrsleistung* der verlagerten Pkw-Fahrten erforderlich, die in engem Zusammenhang mit dem Energieverbrauch und den Emissionen der Pkw steht. Die gesamte Fahrleistung der Pkw-Fahrten läßt sich nur mit der Kenntnis der mittleren Wegelänge der Pkw-Fahrten ermitteln. Da kein Zugriff auf die Originärdaten der Haushaltsbefragungen möglich war, fehlte diese Information, und es konnte lediglich aus der Angabe der mittleren Entfernung *aller* Wege die *Gesamtfahrleistung* als Bezugsgröße abgeschätzt werden. Aus den Ergebnissen einer *Fahrgastbefragung* (im Rahmen eines Seminars zur Stadtbahnlinie B) wurden für die Wege, die im Vorherzustand mit dem eigenen Pkw zurückgelegt wurden, die mittleren Längen für die Quellen Bretten, Walzbachtal und Grötzingen bestimmt und so die *ver-*

Abbildung V-4.8

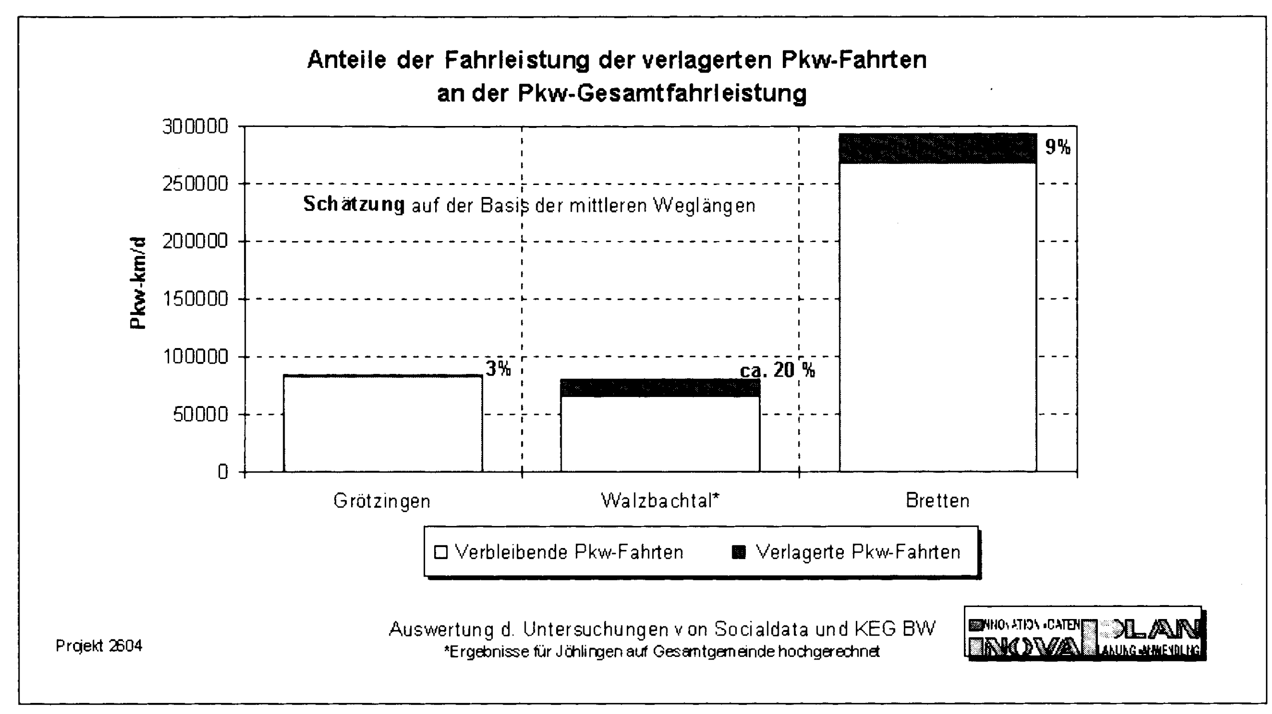
Verlagerung von Fahrten des motorisierten Individualverkehrs auf den ÖPNV



Quelle: INOVAPLAN 1996

Abbildung V-4.9

Anteile der verlagerten Fahrleistung des motorisierten Individualverkehrs an der Pkw-Gesamtfahrleistung



Quelle: INOVAPLAN 1996

lagerte Pkw-Fahrleistung ermittelt und in bezug auf die Gesamtfahrleistung dargestellt (Abb. V-4.9).

Die Berechnung der verlagerten Pkw-Fahrleistung kann als befriedigende Abschätzung angesehen werden. Der Bezug der verlagerten Pkw-Fahrleistung zur gesamten Pkw-Fahrleistung stellt jedoch eine Überschätzung dar, da bei der Berechnung der Bezugsgröße die mittleren Wegelängen der Pkw-Fahrten denen aller Wege gleichgesetzt wurden. Trotz dieser Einschränkung ist aus den Ergebnissen zu schließen, daß die Anteile der verlagerten Pkw-Fahrleistung an der gesamten Pkw-Fahrleistung die Anteile der verlagerten Wege wesentlich überstiegen. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, daß *relativ lange Wege auf die Stadtbahn verlagert wurden*.

In Bretten wird das besonders deutlich. Etwa 75 % der Wege, die vorher mit dem Pkw zurückgelegt wurden, führen in die Innenstadt von Karlsruhe bzw. von dort zurück. Die mittlere Entfernung der verlagerten Wege beträgt damit ca. 25 km gegenüber einer durchschnittlichen Wegelänge über alle Wege von ca. 8 km. Die *eingesparte Pkw-Fahrleistung* beträgt demnach ca. 25 000 Pkw-km werktäglich, das entspricht 9 % aller werktäglichen Wege.

In Walzbachtal beträgt die mittlere Entfernung der verlagerten Pkw-Fahrten ca. 18 km, bei einer durchschnittlichen Länge aller Wege von ca. 8,9 km. Damit ergibt sich hier eine *verlagerte Fahrleistung* von ca. 14 000 Pkw-km werktäglich. Das entspricht ca. 20 % der Fahrleistung aller werktäglichen Wege. Für Grötzingen ergibt sich eine verlagerte Fahrleistung von ca. 2 100 Pkw-km.

Insgesamt wurden somit knapp 10 % der in dem Korridor erbrachten Gesamtfahrleistung von etwa 460 000 Pkw-km pro Tag vom motorisierten Individualverkehr auf den ÖPNV verlagert.

Aus den Zahlenwerten in den Abbildungen V-4.5 und V-4.6 läßt sich zusätzlich die *durchschnittliche Besetzung* der Fahrzeuge für Bretten, Jöhlingen und Grötzingen für den Vorher- und für den Nachherzustand berechnen. Über die Fahrleistung (Pkw-km) ergibt sich daraus die *Verkehrsleistung* (Personen-km) und daraus wiederum die durchschnittliche Besetzung für den gesamten Korridor. Die Verkehrsleistung im motorisierten Individualverkehr nahm von etwa 570 000 Personen-km pro Tag auf etwa 510 000 Personen-km und damit um über 10 % ab. *Es wurde also eine Verkehrsleistung von ca. 60 000 Personen-km auf den ÖPNV verlagert.* Die durchschnittliche Besetzung der Fahrzeuge ging von 1,24 auf 1,22 zurück.

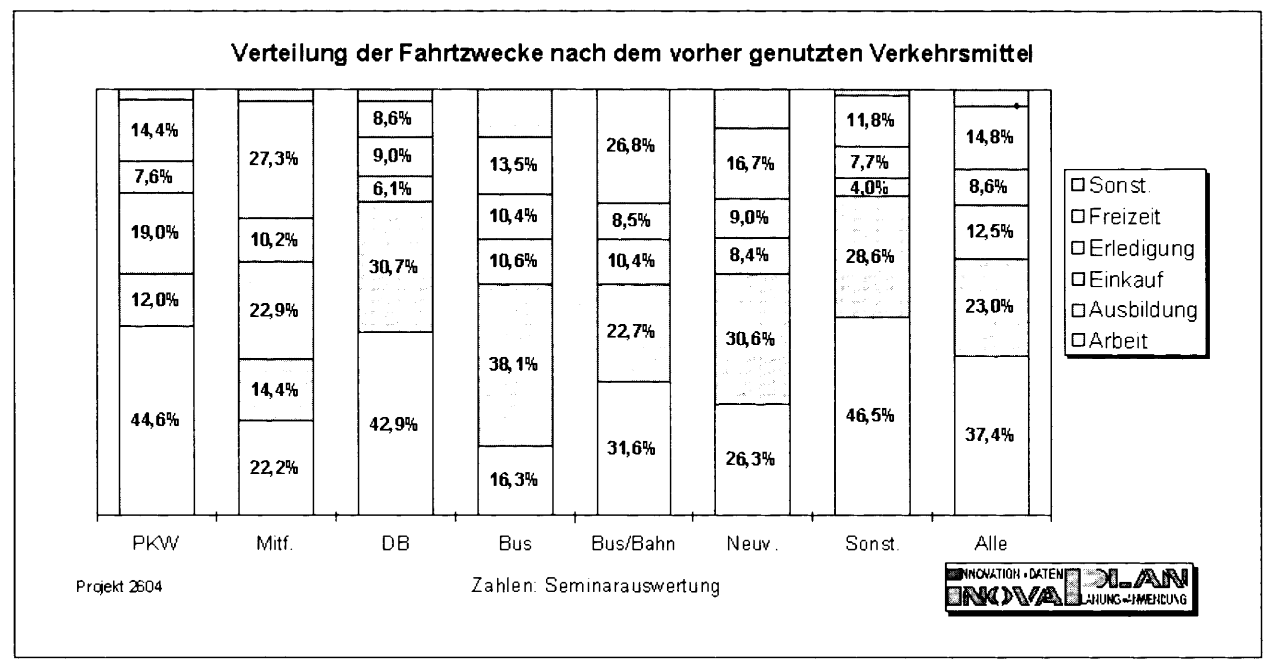
Dieser Verlagerung von Verkehrsleistung entsprechen *Emissionsminderungen*, die sich aus den in Kapitel II behandelten spezifischen Emissionen ableiten lassen (vgl. Abschnitt II.2.2.3).

Die *Verteilung der Wegezwecke der Stadtbahnnutzer in Abhängigkeit von den vorher benutzten Verkehrsmitteln* zeigt, daß Fahrten zur Arbeit besonders häufig von ehemaligen Pkw-Nutzern durchgeführt werden (Abb. V-4.10). Damit bestätigt sich, daß der Arbeitspendlerverkehr bei entsprechenden Voraussetzungen ein hohes Verlagerungspotential zum ÖPNV besitzt.

Auffallend ist auch der hohe Anteil von Einkaufs- und Freizeitfahrten bei ehemaligen Mitfahrern. Hier

Abbildung V-4.10

Fahrtzwecke der Stadtbahnnutzer in Abhängigkeit von den vorher benutzten Verkehrsmitteln, inschließlich des induzierten Neuverkehrs (Neuv.)



Quelle: INOVAPLAN 1996

wird offensichtlich die durch die dichte Taktfolge bestimmte hohe Flexibilität des ÖPNV und die Direktverbindung in das Oberzentrum Karlsruhe in besonderem Maße genutzt.

Wenig überraschend ist die Tatsache, daß der Anteil von Ausbildungsfahrten bei ÖPNV-Nutzern besonders hoch ist. Der Anteil des Fahrtzwecks „Ausbildung" ist auch bei den „sonstigen" Verkehrsmitteln relativ hoch, was auf verlagerte Wege des nicht motorisierten Verkehrs zurückzuführen ist, deren Anteil im Schülerverkehr in der Regel relativ hoch ist.

4.2.2.2 Induktion von Neuverkehr

Maßnahmen, die zu Verbesserungen der Verkehrsinfrastruktur führen, sind häufig die Ursache von neuem Verkehr. Man spricht dann von *induziertem Verkehr*. Von *„primärer Induktion"* spricht man dann, wenn eine Zunahme des Verkehrsaufkommens (Zahl der Fahrten) direkt auf eine Maßnahme zurückzuführen ist. Natürlich ist ein kausaler Zusammenhang nur sehr schwer nachweisbar. Bei der *„sekundären Induktion"* handelt es sich um Fahrten, die sich aufgrund geänderter Zielwahl oder aufgrund einer Änderung des Wohnstandortes angesichts des geänderten Verkehrsangebots ergeben.

Auch die Einführung der Stadtbahn Bretten-Karlsruhe hat zu einer Induktion von Verkehr geführt. Bei der Bestimmung der Größenordnung der Induktion kann zunächst auf die bereits erwähnten Befragungsergebnisse zurückgegriffen werden. Danach liegt der Anteil der Befragten, die äußerten, die entsprechende Fahrt (nach Ziel und Zweck) vor Einführung der Stadtbahn nicht durchgeführt zu haben, bei ca. 11 % der Nutzer.

Betrachtet man die Fahrtzwecke des Neuverkehrs (Abb. V-4.10), so ergibt sich in ca. 57 % der Fälle der Fahrtzweck „Arbeit" oder „Ausbildung". Beide Zwecke können als nicht disponibel aus der Sicht des Nutzers betrachtet werden. Die anderen Fahrtzwecke wie „Einkaufen", „Freizeit" oder „Erledigung" sind dagegen in Häufigkeit und Ausführung disponibel und können als „primär induziert" angesehen werden. Die Größenordnung des „primär induzierten" Verkehrs der Stadtbahn liegt somit lediglich in einer Höhe von ca. 5 % der Wege. Es kann daher angenommen werden, daß dieser induzierte Verkehr keinen zusätzlichen Aufwand erforderlich macht und einen echten Deckungsbeitrag leistet.

Der restliche Anteil des Neuverkehrs gibt einen Hinweis auf *möglicherweise* „sekundär induzierten" Verkehr. Unter der Annahme, daß kein Erhebungsfehler vorliegt, läßt sich der hohe Anteil von nicht disponiblen Wegen nur dadurch erklären, daß hier ein Wechsel des Ausbildungsortes, des Arbeitsortes oder des Wohnortes stattgefunden hat. Für Ausbildungsfahrten ist das plausibel zu erklären, da sich z. B. die Universität Karlsruhe im direkten Erschließungsbereich der Stadtbahn befindet und das Wintersemester mit der Inbetriebnahme der S4 begonnen hatte. Fahrten, die tatsächlich neu entstanden sind, weil Zielwahl oder Wohnstandorte infolge der Stadtbahn geändert wurden, können natürlich nur dann als „sekundär induziert" eingestuft werden, wenn sie ohne Stadtbahn nicht stattgefunden hätten oder wesentlich kürzer gewesen wären.

4.2.3 Wirtschaftlichkeitsaspekte – Ergebnisse der Fallstudie

Wie bereits erwähnt, war eine genaue Untersuchung der finanziellen Aspekte der Realisierung des hier untersuchten Models nicht möglich. Nichtsdestoweniger ist die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit von wesentlicher Bedeutung für die Einschätzung der Eignung einer solchen Maßnahme. Darum soll nachfolgend versucht werden, die wichtigsten Zusammenhänge, soweit Informationen vorliegen, auch quantitativ darzustellen.

4.2.3.1 Betriebskosten und Deckung

Kosten

Die jährlichen Betriebskosten der Stadtbahn auf der Strecke Karlsruhe–Bretten betragen ca. 3,5 Mio. DM (Stand 1993). Sie setzen sich im wesentlichen zusammen aus:

- direkten Personalkosten (Fahrpersonal),
- laufleistungsbezogenen Kosten (Fahrzeug-Verschleiß, Energie etc.),
- Kapitalkosten, Abschreibungen,
- Streckenbenutzungsgebühr,
- anteiligen Personalkosten (Verwaltung, Betrieb),
- Gemeinkostenanteil und
- Versicherung.

Die Aufschlüsselung der Kosten auf diese Positionen war nicht zugänglich. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Zurechnung vieler Kostenarten zu den einzelnen Linien nicht durchgeführt wird und damit grundsätzlich nicht verfügbar ist.

Einnahmen und Deckungsgrad

Die jährlichen Einnahmen werden mit ca. 2,8 Mio. DM angegeben und stammen im wesentlichen aus drei Quellen:

- Fahrscheinverkauf,
- Ausgleichszahlungen (Schüler- und Schwerbehindertentransport) und
- Werbeeinnahmen (Fahrzeugaußenwerbung, Haltestellenwerbung).

Auch hier ist die Zurechnung zu einzelnen Linien nur näherungsweise und mit großem Aufwand möglich, so daß auch in diesem Bereich nur eine Schätzung vorliegt mit einer näherungsweisen Aufschlüsselung der Bereiche: 70% Fahrgeldeinnahmen, ca. 28% Ausgleichszahlungen und ca. 2% Werbeeinnahmen. Damit ergibt sich ein *Kostendekkungsgrad von 80%*. Vergleicht man diesen Kostendeckungsgrad mit dem des Durchschnitts aller Mitgliedsunternehmen des Verbands Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) in den alten Bundesländern aus dem Jahre 1993, der lediglich bei 63% liegt, so zeigt sich auch diesbezüglich ein sehr positives Bild der Stadtbahn Karlsruhe–Bretten. Der Fehlbetrag je Fahrgast liegt mit ca. 0,32 DM/Fahrgast weit unter dem VDV-Durchschnitt von 0,94 DM/Fahrgast.

Einschränkend ist jedoch anzumerken, daß, wie bereits erwähnt, die Fahrzeuge zum Teil von den Gebietskörperschaften als Investition direkt finanziert wurden. Damit fallen in der Betriebskostenrechnung bestimmte Kosten, wie Kapitalkosten und Abschreibung der Fahrzeuge, nicht oder nur teilweise an. Der Kostendeckungsgrad würde bei der Berücksichtigung dieser Kosten also geringer ausfallen.

Bedeutsam für den wirtschaftlichen Erfolg der Stadtbahn sind sicher die neu hinzugewonnenen Fahrgäste, die vorher keine ÖPNV-Nutzer waren und die mit der Nutzung der Stadtbahn neue Deckungsbeiträge liefern. Rechnet man die Fahrgastzählungen des Jahres 1993 nach Werktagen, Samstagen und Sonntagen gewichtet hoch, so ergeben sich für 1993 ca. 3 Mio. Beförderungsfälle, die etwa 500% des Vorherzustands entsprechen. Damit fielen ca. 2,4 Mio. Fahrten zusätzlich an, die im Gesamtsystem des regionalen ÖPNV neue Einnahmen erbrachten.

4.2.3.2 Verteilung des Betriebskostendefizits auf die Gebietskörperschaften

Die Unterdeckung der anfallenden Kosten des ÖPNV wird ebenfalls systemisch verteilt und nicht nach einzelnen Linien abgerechnet. Die Unterdeckung der Stadtbahn findet in der Gesamtkostenrechnung des Landkreises Berücksichtigung und wird nach einem gemischten Schlüssel auf die Gemeinden des Kreises umgelegt. Der Landkreis geht dabei von einem Kostenaufwand von 40 DM/Einwohner und Jahr aus, der sich aus dem zum Zeitpunkt der Ausarbeitung der Regelung maximal aufgewendeten Betrag einzelner Gemeinden ableitete. Daraus ergibt sich eine jährliche Summe von 16 Mio. DM, die als Maximalbeitrag zum Ausgleich der Kostenunterdeckung zur Verfügung steht. Die nach der Jahresabrechnung verbleibenden Mittel werden den Gemeinden zurückerstattet.

Die Hälfte der Unterdeckung wird aus den Haushaltsmitteln des Landkreises und damit über die einwohnerabhängige Kreisumlage der Gemeinden finanziert. Die andere Hälfte wird über einen bedienungsabhängigen Verteilungsschlüssel bei den Gemeinden erhoben. Ziel des Landkreises ist es, die Wünsche und Ansprüche einzelner Gemeinden an den ÖPNV und die Finanzierung dieser Wünsche nicht auseinanderfallen zu lassen.

Dazu wurde ein „Haltestellenschlüssel" definiert: Es wird die jährliche Zahl der Abfahrten auf dem Gebiet der Gemeinden ermittelt, die sich aus dem Produkt der Haltestellen und den diese Haltestellen bedienenden Kursen (Fahrten je Linienrichtung) ergibt. Die Abfahrten werden mit „Qualitätsfaktoren" der jeweiligen Verkehrsmittel gewichtet: Kleinbusse: 0,8, Standardbusse: 1,0, Nahverkehrszüge der DB: 1,2, Eilzüge der DB: 1,4 und Stadtbahn: 1,6. Der Anteil einer Gemeinde ergibt sich damit aus dem gewichteten Anteil der Abfahrten bezogen auf die Summe aller gewichteten Abfahrten im Landkreis.

Wie alle Verteilungsschlüssel ist auch dieser politisch umstritten. Einerseits werden Kommunen über die 50%ige Beteiligung des gesamten Landkreises an

den Kosten beteiligt, die für die außerordentlich gute Bedienung bestimmter Gemeinden anfällt, ohne selbst direkte Verbesserungen zu erfahren. Andererseits kritisieren die Gemeinden, die aufgrund eines Stadtbahnanschlusses mit vielen Haltestellen in ihrem Gebiet einen großen Anteil der bedienungsabhängigen Umlage tragen müssen, daß sie über Gebühr zur Defizitdeckung beitragen müssen, obwohl diese Bedienungsform wirtschaftlich besonders günstig erscheint. Insgesamt wird diese Regelung jedoch von allen Gemeinden getragen, vor allem, da andere denkbare Schlüssel keine höhere Verteilungsgerechtigkeit erzielen.

Zur Veranschaulichung der quantitativen Zusammenhänge kann man die Zahlen für das Jahr 1996 betrachten. Aus dem Anteil der Kreisumlage und dem bedienungsabhängigen Anteil ergeben sich für die Stadt Bretten Zahlungen von ca. 1,3 Mio. DM jährlich. Das entspricht einem Anteil von ca. 8,2 % an der Gesamtkostenunterdeckung von 16 Mio. DM, der sich aus der Umlage und dem bedienungsabhängigen Anteil von 9,8 % ergibt. Damit muß die Stadt Bretten pro Einwohner und Jahr ca. 50 DM aufwenden. In Walzbachtal ergeben sich wegen der geringen Zahl von Haltestellen und des Fehlens von Busverkehr nur ca. 280 000 DM jährlich, was einem Aufwand von nur ca. 37 DM pro Einwohner und Jahr entspricht.

4.2.4 Langfristige Sicherung von erfolgreichen ÖPNV-Projekten am Beispiel der Fallstudie „Karlsruher Modell"

Für erfolgreiche Modellprojekte des ÖPNV, wie das hier als Fallstudie behandelte „Karlsruher Modell", ergibt sich die Frage, ob die mit erheblichem Aufwand erreichten verkehrlichen Wirkungen auch langfristig gesichert werden können. Der weiterhin stattfindende Straßenbau, insbesondere parallel zu ÖPNV-Trassen, und die anhaltende Ausweisung von Siedlungs- und Gewerbegebieten, die nicht oder nur unzureichend mit den ÖPNV-Planungen koordiniert werden, sind hier als Problembereiche zu nennen.

Im Rahmen dieser Studie war es daher von Interesse, die rechtlichen Rahmenbedingungen daraufhin zu untersuchen, inwieweit sie geeignet sind, die erreichten Erfolge langfristig zu sichern. Im Vordergrund standen dabei vor allem folgende Fragen:

1. Die Bedeutung des Bundesverkehrswegeplans (BVWP) und der Generalverkehrspläne der Länder für den Ausbau des ÖPNV in Ballungsräumen im Rahmen einer integrierenden Planung für die verkehrs- und siedlungsstrukturelle Entwicklung.

2. Kritische Würdigung der vorliegenden rechtlichen Regelungen zur Regionalplanung und zur Flächennutzung in bezug auf die Anbindung des ÖPNV bei der Ausweisung von Gewerbe- und Siedlungsflächen unter besonderer Berücksichtigung des Instruments des Nahverkehrsplans entsprechend Personenbeförderungsgesetz (PBefG § 8, Abs. 3).

3. Überlegungen zu weitergehenden Regelungen zur besseren Abstimmung von ÖPNV-Planung und Flächennutzung.

Im folgenden wird am Beispiel der Region Karlsruhe untersucht,

- wie die unterschiedlichen Planungsinstrumente gehandhabt werden,
- wie Planungsprozesse integriert und koordiniert werden und
- welche Planungselemente geeignet erscheinen, den Erfolg des ÖPNV zu gefährden.

Die hier betrachtete Region Karlsruhe stellt keine Gebietseinheit im streng planungsrechtlichen Sinne dar, wie etwa das Gebiet des Regionalverbandes Mittlerer Oberrhein, sondern umfaßt den räumlichen Bereich, in dem das „Karlsruher Modell" eines SPNV-gebundenen ÖPNV bereits realisiert worden ist. Insgesamt sind in der Region die in Tabelle V-4.3 aufgeführten Pläne maßgebend.

Tabelle V-4.3

Planungsinstrumente mit regionalem Bezug

Planungsträger	*Plan*	*Bereich der Gültigkeit*
Bund	Bundesverkehrswegeplan	
Land	Landesentwicklungsplan Generalverkehrsplan Baden-Württemberg	
Region	Regionalplan	Regionalverband Mittlerer Oberrhein: Stadtkreise Karlsruhe und Baden-Baden, Landkreise Karlsruhe und Rastatt
	Nahverkehrsplan	gemeinsamer NVP für das Gebiet des Regionalverbandes
Nachbarschaftsverband	Flächennutzungsplan	gemeinsamer FNP für die Stadt Karlsruhe und die benachbarten Gemeinden: Ettlingen, Eggenstein-Leopoldshafen, Karlsbad, Linkenheim-Hochstetten, Marxzell, Pfinztal, Stutensee, Waldbronn, Weingarten

Quelle: INOVAPLAN 1997

4.2.4.1 Handhabung der unterschiedlichen Planungsinstrumente

Raumplanung (Regionalplan)

Der Regionalplan der Region Mittlerer Oberrhein aus dem Jahre 1992 enthält konkrete Maßnahmen im Bereich des SPNV, die im wesentlichen die Anforderungen an den Ausbau des „Karlsruher Modells" wiedergeben. Der Stadtbahnverkehr soll auf den auf das Oberzentrum Karlsruhe ausgerichteten Achsen

- Karlsruhe–Stutensee
- Karlsruhe–Südpfalz–Nordelsaß
- Karlsruhe–Bretten
- Karlsruhe–Pforzheim
- Karlsruhe–Rastatt

betrieben werden.

Praktisch alle diese Verbindungen sind bereits in Betrieb. Der Regionalplan *spiegelt daher nur die vorhandene Beschlußlage wider.*

Nahverkehrsplan (NVP)

Der Nahverkehrsplan (NVP) ist, wie in Kapitel III näher beschrieben, das *zentrale Instrument der ÖPNV-Planung.*

Die Aufgabenträger der Region Karlsruhe haben keine eigenen Pläne aufgestellt, sondern einen gemeinsamen NVP für die Stadtkreise Karlsruhe und Baden-Baden und die Landkreise Karlsruhe und Rastatt in Bearbeitung genommen. Damit machen die Aufgabenträger von der Möglichkeit Gebrauch, bei der Aufstellung eines NVP mit den benachbarten Aufgabenträgern zusammenzuarbeiten. Der NVP bezieht sich auf das Gebiet des Regionalverbandes, in dem die Aufgabenträger Mitglied sind. Die Mitglieder des Karlsruher Verkehrsverbundes (KVV) in Rheinland-Pfalz (Landkreise Germersheim und Südliche Weinstraße) konnten vor allem wegen der detaillierteren Vorgaben des Nahverkehrsgesetzes Rheinland-Pfalz nicht in diesen NVP einbezogen werden. Die Erarbeitung des NVP wurde dem KVV übertragen.

Den Anforderungen des ÖPNV-Gesetzes Baden-Württemberg (ÖPNVG-BW) folgend, enthält die Gliederung des NVP:

- eine Bestandsaufnahme,
- Ziele und Rahmenvorgaben,
- eine Verkehrsanalyse,
- eine Verkehrsprognose,
- eine Aufstellung von geplanten Maßnahmen und deren Bewertung sowie
- Angaben zu den Kosten und der Finanzierung.

Die *Bestandsaufnahme* befaßt sich mit organisatorischen Aspekten des KVV und mit den grundsätzlichen Raum- und Verkehrsstrukturen. Im übrigen wird auf die Raumordnungs- und Verkehrspläne verwiesen, u. a. auch auf den Generalverkehrsplan (GVP) Baden-Württemberg. Das ÖPNV-Leistungsangebot wird weitgehend qualitativ beschrieben.

Bei den *Zielen und Rahmenvorgaben* werden weitgehend die Vorgaben des ÖPNVG-BW übernommen, ohne sie gebietsspezifisch zu interpretieren. Darüber hinaus werden die Ziele und Maßnahmen des Regionalplans und des GVP Baden-Württemberg in die Rahmenvorgaben übernommen.

Die *Verkehrsanalyse* soll die Bestandsaufnahme „hinsichtlich der verkehrspolitischen und raumplanerischen Zielsetzungen" bewerten. Dabei sollen vorhandene Schwachstellen identifiziert werden mit dem Ziel, entsprechende Verbesserungsmaßnahmen in die eigentliche Planung einzubringen. Die Analyse des KVV orientiert sich zum einen an den bekannten bzw. bereits bestehenden Planungen und an betrieblichen Hemmnissen, wie fehlende Priorisierungen an Lichtsignalanlagen oder eingleisige Streckenabschnitte, die nach Teilräumen differenziert aufgeführt werden.

Der Abschnitt *Verkehrsprognose* verweist zum einen auf die Verkehrsuntersuchung des Nachbarschaftsverbandes im Rahmen der Überarbeitung des Flächennutzungsplans und zum anderen auf die Erwartung weiterer Fahrgaststeigerungen aufgrund der vorgesehenen Verbesserungen des ÖPNV.

Im Abschnitt *Maßnahmen und deren Bewertung* wird eine Reihe von Planungen aufgeführt. Die Bewertung beschränkt sich darauf, diese Planungen bezüglich ihrer Auswirkungen auf die Verbesserung des Angebots zu interpretieren.

Unter *Kosten und Finanzierung* wird auf verschiedene Kostensätze (z. B. für Fahrzeuge) und Trassenpreise hingewiesen. Die Kostenarten Investitionskosten, Betriebskosten und Benutzungsgebühren werden genannt und kurz erläutert. Eine Zuordnung zu den Maßnahmen und eine Aufstellung der Kosten je Maßnahme erfolgt nicht. Die Erörterung der Finanzierung fußt daher lediglich auf der Nennung der grundsätzlichen Finanzierungsmöglichkeiten. Bezüglich der Betriebskosten wird auf die allgemeinen finanziellen Schwierigkeiten hingewiesen.

Es zeigt sich, daß die *grundsätzlichen Möglichkeiten des NVP in bezug auf konzeptionelle Gestaltung des Nahverkehrs in einer durch ihre wirtschaftlichen und kulturellen Beziehungen definierten Region nur bedingt wahrgenommen werden.* Vielmehr orientiert sich die Erstellung des NVP weitgehend an dem vorliegenden Zustand des ÖPNV bzw. an den bereits laufenden Planungen zu seinem Ausbau innerhalb vorgegebener Gebietsstrukturen.

Flächennutzungsplan des Nachbarschaftsverbandes (FNP)

Der Flächennutzungsplan (FNP) des Nachbarschaftverbandes Karlsruhe, der das Kerngebiet der Region mit dem Oberzentrum Karlsruhe umfaßt, wird derzeit überarbeitet. Der Nachbarschaftsverband hat eine Verkehrsuntersuchung in Auftrag gegeben, deren Ergebnisse direkt in die Überarbeitung des FNP einfließen sollen. Damit wird die grundsätzliche Möglichkeit eröffnet, die Flächennutzung ÖPNV-gerecht

zu planen. Auf der Basis umfangreicher Modellrechnungen wurde die voraussichtliche Entwicklung der Verkehrsnachfrage untersucht. Dabei wurde die Wirkung einer achsenorientierten Siedlungsentwicklung mit der einer dezentralen Ausweisung von Nutzungen verglichen und das Ergebnis den Vertretern der Gemeinden im Nachbarschaftsverband zur Verfügung gestellt. Aufgezeigt wurden die Entwicklung im motorisierten Individualverkehr und im ÖPNV.

Es bleibt abzuwarten, inwieweit die so gewonnenen Erkenntnisse tatsächlich in die Bauleitplanung der beteiligten Kommunen einfließen werden. Diesen steht es grundsätzlich frei, ihre Planungen auch an anderen Interessen auszurichten. Die Umsetzung eines an überörtlichen bzw. überregionalen Aspekten ausgerichteten FNP würde *erhebliche Beschränkungen des Spielraums der Kommunen* bedeuten.

Die bisherige Praxis zeigt, daß das Instrument eines auf der Basis eines Planungszusammenschlusses entstandenen FNP grundsätzlich nicht ausreichend ist, um die tatsächliche Siedlungsentwicklung zugunsten ÖPNV-gerechter Strukturen ausgestalten zu können. Die Gemeinden besitzen bei der Ausführung der Planungen sowohl hinsichtlich der Wahl der Nutzungsflächen als auch des Umfangs einzelner Nutzungen erhebliche Spielräume. Diese werden von den Gemeinden bei der Ausweisung von Gewerbe- und Wohngebieten auch genutzt; häufig geschieht dies wegen der Konkurrenzsituation zuungunsten überörtlicher Entwicklungsaspekte.

4.2.4.2 Ergänzende und konkurrierende übergeordnete Planungen

Übergeordnete Planungen, speziell für Fernverkehrswege, konkurrieren häufig mit Planungen für den ÖPNV. Sie setzen Rahmenbedingungen zugunsten des motorisierten Individualverkehrs und damit zu Lasten des ÖPNV, wie eine Reihe von Maßnahmen aus dem Bundesverkehrswegeplan (BVWP) zeigt. Es genügt hier, den Generalverkehrsplan (GVP) des Landes Baden-Württemberg zu betrachten, da er die Maßnahmen des BVWP aufgreift und mit ausweist.

Der GVP enthält eine Reihe von Straßenbaumaßnahmen, die entsprechenden SPNV-Achsen bzw. -linien zuzuordnen sind und die in den von der Stadtbahn bedienten Korridoren wirksam werden:

- Rheinquerung: Stadtbahn Karlsruhe–Südpfalz–Nordelsaß
- Autobahn A8 AD Karlsruhe AD Leonberg: Stadtbahn Karlsruhe–Pforzheim (S5)

Bundesstraße B 10/B 293 Berghausen/Wössingen: Stadtbahn Karlsruhe–Bretten (S4)

Insbesondere der Ausbau der Bundesstraße B10/B293 bezieht sich unmittelbar auf den Bereich der hier behandelten Referenzstrecke Karlsruhe–Bretten. Die häufige Überlastung dieser Straßen hat deutlichen Einfluß auf die Reisezeit im motorisierten Individualverkehr auf den Strecken Bretten–Karlsruhe und Pforzheim–Karlsruhe. *Ein Ausbau mit der Beseitigung dieser Engpässe würde zu einem deutlichen Attraktivitätsverlust der Stadtbahnangebote S4 und S5 führen.* Der Ausbau der Autobahn A8 würde nicht nur die direkte Verbindung zwischen Pforzheim und Karlsruhe, sondern auch den Regionalverkehr deutlich attraktiver machen, so daß in der Gesamtbetrachtung der ÖPNV gegenüber dem motorisierten Individualverkehr deutlich unattraktivere Reisezeiten aufweisen würde.

Im Bereich *Öffentlicher Personennahverkehr* gibt der GVP Baden-Württemberg die Maßnahmen der Region wieder, wie sie sich auf der Basis der lokalen Planung ergeben. Hier spiegelt sich im GVP auch die Antragslage für Fördergelder wider. Es ist davon auszugehen, daß diese Maßnahmen nicht originären Landesplanungen entsprechen, sondern von den Planungsträgern der Region zur Förderung beantragt wurden.

Tabelle V-4.4 zeigt die Maßnahmen einschließlich der veranschlagten Investitionskosten und der angenommenen Realisierungszeiträume.

Die Betrachtung der Verkehrsplanung legt den Schluß nahe, daß die Gesamtheit der Planungen im motorisierten Individualverkehr und im ÖPNV das Ergebnis einer konsensorientierten Sammlung von Anforderungen ist, die dem motorisierten Individualverkehr und dem ÖPNV gleichermaßen gute Ausgangsbedingungen sichern sollen. Es wird versucht, den ÖPNV zu verbessern und im gleichen Umfang die Qualität des motorisierten Individualverkehrs zu gewährleisten. Eine *Abwägung zwischen den Verkehrsträgern* mit einer Priorität zugunsten des ÖPNV

Tabelle V-4.4

ÖPNV-Maßnahmen des GVP Baden-Württemberg in der Region

Stadtbahn Karlsruhe	*Investitionskosten in Mill. DM*	*Realisierungszeitraum*
Karlsruhe–Wörth–Landau	130	2000
Karlsruhe–Weingarten–Bruchsal	120	2000
Karlsruhe–Rastatt	135	2000
Bruchsal–Menzingen-Odenheim	75	2000
Karlsruhe–Bretten–Eppingen	35	2000
U-Strab (unterirdische Straßenbahn)	350	2010
Innerstädtische Baumaßnahmen	265	2010
Weitere Maßnahmen	640	bis 2010
Fahrzeuge	650	bis 2010
Gesamtinvestitionen	2 400	

Quelle: Verkehrsministerium Baden-Württemberg 1995

in einem operativen Sinne wird weitgehend unterlassen. Dabei sind zwei Aspekte von entscheidender Bedeutung:

- die teilweise fehlende Informationsbasis und
- die Verteilung der Finanzverantwortung.

Voraussetzung für die konkrete Planung ist nicht nur die Kenntnis der *Investitionskosten*, sondern insbesondere auch die *Kenntnis der verkehrlichen Wirkungen von Maßnahmen*. Dazu bedarf es in der Regel umfangreicher Untersuchungen. Wegen des relativ hohen Aufwandes stehen solche Informationsgrundlagen nur in begrenztem Umfang zur Verfügung.

Eine große Rolle spielt auch die *Finanzierung*. In der Regel übernehmen die Planungsträger nicht annähernd die vollen Investitionskosten für die Maßnahmen. Im Bereich des Straßenwesens ist in aller Regel die Bundesrepublik Deutschland der Baulastträger für die vorgeschlagenen Maßnahmen, im Bereich des ÖPNV geht man in der Regel von GVFG-Zuschüssen aus. Die Maßnahmen werden zwar geplant und eingefordert, entziehen sich aber letztlich dem eigenen Finanzierungs- und Handlungsspielraum. Daher werden sowohl im motorisierten Individualverkehr als auch im ÖPNV Planungen verfolgt, ohne daß ein Zwang zur Abwägung besteht, bei dem ein eigenes begrenztes Budget verteilt werden müßte. Dabei ist die Tendenz, den ÖPNV zu bevorzugen, eher gering, da hier in erheblichem Maße Folgekosten zu erwarten sind, die von den Gebietskörperschaften direkt getragen werden müssen.

Beide Aspekte spiegeln sich auch im Nahverkehrsplan (NVP) wider. Der NVP erfüllt formal die Anforderungen des ÖPNVG, wird aber inhaltlich nicht der Rolle gerecht, die ihm als bedeutendes Planungsinstrument des ÖPNV zuwachsen könnte. Wegen der in den einzelnen Teilgebieten der Region sehr unterschiedlichen und meist mangelhaften Informationsbasis verzichtet der NVP auf eine angemessene Detaillierung der Betrachtung. Dabei unterbleibt vor allem eine Analyse des „Konkurrenzsystems" motorisierter Individualverkehr.

4.2.4.3 Identifikation von Problembereichen

Raumordnung und Bauleitplanung

Die Gesetzgebung zur Raumordnung und Bauleitplanung regelt die Flächennutzung, also die Bebauung von Flächen mit Bauwerken zur Ausübung verschiedener Funktionen, wie Wohnen und Arbeiten. Die *Ausrichtung dieser Planungen auf den ÖPNV ist bisher nur unzureichend gegeben*. Den Zielen dieser Studie entsprechend ist neben einer angemessenen Straßenerschließung auch eine ÖPNV-gerechte Erschließung zu fordern. Dazu ist auch der Erschließungsbegriff (§ 127 BauGB) auszuweiten, um im Sinne einer ÖPNV-gerechten Planung zum Beispiel Kosten in den beitragsfähigen Erschließungsaufwand einbeziehen zu können, die der Erstellung von Anlagen des Zugangs zum öffentlichen Verkehr dienen, auch wenn diese nicht direkt im Planungsgebiet liegen.

Die Landesbauordnungen und die Musterbauordnung des Bundes sind im Sinne einer ÖPNV-gerechten Planung zu überprüfen. Vor allem die Forderung nach ausreichender Zahl von Stellplätzen in angemessener Entfernung zu den Grundstücken steht den Bemühungen im Wege, neu genutzte Flächen überwiegend mit dem ÖPNV zu bedienen.

Es empfiehlt sich weiterhin, das BauGB dahingehend zu novellieren, daß Nahverkehrspläne und die Bauleitplanung aufeinander abzustimmen sind. Damit wären die Kommunen angehalten, die Belange des ÖPNV angemessen zu berücksichtigen.

Gesamtheitliche Verkehrsplanung

Die gänzlich unterschiedlichen Grundsätze der Straßenplanung und der Planung des öffentliche Verkehrs sind ein wesentliches Hemmnis für eine verkehrsträgerübergreifende Planung. Der ÖPNV wird auf der Basis des Personenbeförderungsgesetzes (PBefG) weitgehend unter gewerberechtlichen Gesichtspunkten reglementiert, der Bereich des Straßenwesens weitgehend unter dem Aspekt des öffentlichen Rechts. Darin verbirgt sich die Problematik, daß beide Bereiche im Sinne des staatlichen Handelns eigentlich nicht konkurrierend sind.

Mit dem Instrument des Nahverkehrsplans und der Festlegung des Aufgabenträgers hat die Gesetzgebung eine Pflicht zur ÖPNV-Planung ausgesprochen, der keine entsprechende Pflicht im Bereich des motorisierten Individualverkehrs bzw. des Gesamtverkehrs gegenübersteht. Es erscheint daher zweckmäßig, dem NVP einen *Gesamtverkehrsplan* zur Seite zu stellen, der es ermöglicht, die Planungen im motorisierten Individualverkehr auf eine verläßliche Basis zu stellen, und der damit die Voraussetzung für eine verkehrsträgerübergreifende Abwägung schaffen würde.

Organisatorische und finanzpolitische Aspekte

Die Integration von Raumplanung und Verkehrsplanung wird insbesondere durch die sehr unterschiedliche Verteilung der Verantwortung in beiden Bereichen erschwert. Das gilt vor allem im eigentlich operativen Bereich der verbindlichen Bauleitplanung. Der Aufgabenträger entsprechend der Definition der ÖPNV-Gesetze ist nur im Ausnahmefall der kreisfreien Kommune auch der Planungsträger nach dem BauGB.

Auch die verkehrsträgerübergreifende Verkehrsplanung wird durch die Inhomogenität der Zuständigkeiten erschwert. Dem Aufgabenträger im ÖPNV steht eine vergleichbare Institution für den Gesamtverkehr in der Regel nicht gegenüber.

Die unterschiedliche Verteilung der Verantwortung wird besonders bei Betrachtung der Finanzierung größerer Vorhaben deutlich. Die Investitionen erfolgen meist auf der Basis einer fremden Baulast (Bund oder Land) oder auf der Basis weitgehender Zuschüsse (GVFG, Regionalisierungsmittel). Während die Initiierung der Maßnahmen meist auf kommunaler Ebene geschieht, erfolgt die Finanzierung auf Landes- oder Bundesebene. Weiterhin ist der Ent-

scheidungsprozeß über die Finanzierung und damit in aller Regel über die Durchführung stark sektoral organisiert (Straße, ÖPNV) und unterliegt unterschiedlichen Bewertungsinstrumenten. Dadurch werden konkurrierende Planungen nicht identifiziert und vergleichbare Sachverhalte mit unterschiedlichen Maßstäben bewertet.

Da die Bau- bzw. Zuschußentscheidung budgetorientiert ist, werden aus einer Reihe von beantragten Maßnahmen die bauwürdigsten auf der Grundlage formaler Bewertungsverfahren ausgewählt. Im ÖPNV ist das die „Standardisierte Bewertung für Investitionen des Öffentlichen Verkehrs", im Bereich der Straße die „Richtlinie zur Anlage von Straßen, Teil Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen" (RAS-W) (seit 1997 ersetzt durch: Entwurf-Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen – EWS – Aktualisierung der RAS-W 86). Im Falle konkurrierender Planungen erfolgen die Bewertungen an unterschiedlichen Stellen, ohne daß die Ergebnisse zusammengeführt werden. Im Extremfall werden Zeitgewinne durch die RAS-W ermittelt und als Nutzen veranschlagt, die einer konkurrierenden Maßnahme im ÖPNV einen Teil der Basis entziehen. Zu fordern sind daher *Bewertungsverfahren, die die Gesamtsituation verkehrsträgerübergreifend bewerten.*

Planungstechnische Aspekte

Mit dem Nahverkehrsplan (NVP) liegt ein Instrument vor, das grundsätzlich gute Voraussetzungen für eine integrierte Verkehrsplanung besitzt. Die bisherigen Erfahrungen zeigen jedoch, daß der *NVP stärker als formale Aufgabe verstanden wird und weniger als Möglichkeit, die Planung aktiv zu gestalten.* Eine Reihe von NVPs sind mehr Bestandsaufnahmen und Zusammenstellungen bekannter Planungen als Planungsinstrumente, die der neuen Verantwortung Rechnung tragen. Um seine prinzipiellen Möglichkeiten auszuschöpfen, sind an die Durchführung des NVP eine Reihe von Forderungen zu stellen: Der NVP sollte

- Analysen der Nachfrage nach allen Verkehrsträgern,
- Untersuchungen der Schwachstellen des bestehenden ÖPNV im Hinblick auf die Erschließung, Verbindung und die Bedienung im Verhältnis zum Individualverkehr,
- Prognosen der Verkehrsnachfrage unter Berücksichtigung der Bevölkerungsentwicklung und Flächennutzungsplanung und
- eine Zusammenführung aller Maßnahmenbereiche (Straße und ÖPNV)

enthalten. Ein so gestalteter NVP kann als geeignete Voraussetzung für die Bauleitplanung und die Verkehrsplanung angesehen werden.

Konflikte zwischen den Verkehrsunternehmen und den Aufgabenträgern treten weniger häufig auf, als es die Diskussion um den NVP vor dessen Einführung erwarten ließ. Zum Teil bestehen auch Verflechtungen zwischen den Aufgabenträgern und den Verkehrsunternehmen, die oft im Besitz der kommunalen Gebietskörperschaften sind. In einer Vielzahl von Fällen wird, wie auch in dem hier dargestellten Fallbeispiel, die Erarbeitung des NVP direkt in die Hände der Verkehrsunternehmen gelegt, was im Hinblick auf die oben genannten Forderungen problematisch ist.

Es erscheint wünschenswert, *den NVP im Sinne einer allgemeinen Mobilitätsplanung zu definieren und die Gemeinden, die nicht Aufgabenträger sind, stärker in die Erarbeitung des NVP einzubinden.* Dazu sind zusätzliche Hilfestellungen in Form konkreterer Anforderungen an die Inhalte des NVP sicherlich nützlich. Zudem sollte die Beachtung des NVP in der Bauleitplanung besser geregelt und eventuell auch gesetzlich verankert werden.

4.2.4.4 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Bestandsaufnahme der Rahmenbedingungen zur ÖPNV-Planung hat gezeigt, daß die Sicherung des Erfolgs von ÖPNV-Maßnahmen, die geeignet sind, signifikante und nachhaltige Verlagerungen vom motorisierten Individualverkehr zum ÖPNV zu erzielen, nur bedingt gegeben ist. Die *Rahmenbedingungen begünstigen die Integration von räumlicher und verkehrlicher Planung nicht.* Die Forderung nach einer solchen Integration oder zumindest nach einer Verbesserung der Koordination zwischen den Verkehrsträgern einerseits und der Raumplanung andererseits wird schon seit langem gestellt. Die hier durchgeführten Untersuchungen bestätigen, daß die Umsetzung dieser Forderung schwierig ist.

Trotz der Komplexität der Zusammenhänge sollte in Zukunft eine *integrierte Planung der verschiedenen Verkehrsträger* angestrebt und realisiert werden. Dies würde nicht nur der Schonung der Umwelt zugute kommen, sondern auch die erheblichen Kosten von Parallelinvestitionen vermeiden, deren Wirkungen sich teilweise sogar gegenseitig kompensieren. Dabei ist es u. U. auch gerechtfertigt, die Planungshoheit der Kommunen dahingehend einzuschränken, daß sie die „Verkehrsverträglichkeit" der Planungen nachweisen müssen.

Die Rahmenbedingungen werden weiterhin durch *uneinheitliche Planungsebenen und Zuständigkeiten* bestimmt. Es besteht ein Ungleichgewicht in den Planungsanforderungen zwischen dem ÖPNV, der mit dem NVP ein institutionalisiertes Instrument besitzt, und der Straßenplanung.

Es wurden eine Reihe von *Ansatzpunkten für Verbesserungen der Rahmenbedingungen* zur Erreichung der angestrebten Ziele identifiziert:

- Berücksichtigung der Anforderungen einer ÖPNV-gerechten Erschließung in der verbindlichen Bauleitplanung durch entsprechende Novellierung des BauGB;
- Verpflichtung zur Beachtung der geltenden Nahverkehrspläne in der verbindlichen Bauleitplanung durch entsprechende Novellierung des BauGB;
- stärkere Berücksichtigung des motorisierten Individualverkehrs in den Nahverkehrsplänen bzw. Schaffung eines Gesamtverkehrsplans als institutionalisiertes Instrument;

- Erhöhung der Bindungswirkung des Nahverkehrsplans in Richtung auf die Gesamtplanung;
- einheitliche Regelungen für die Erstellung von Nahverkehrsplänen für Regionen mit Verkehrsverbünden, die über die Grenzen eines Bundeslandes hinausgehen;
- Verbesserung der Kontrolle hinsichtlich Konsistenz und Zielkonfliktfreiheit der verschiedenen Planungen auf den verschiedenen Planungsebenen.

4.3 Zur Situation des ÖPNV in den neuen Bundesländern

In den neuen Bundesländern war die Verkehrssituation bis 1989 sowohl im Fernverkehr wie auch in den Ballungsräumen von der *dominanten Stellung des öffentlichen Verkehrs* geprägt. In den Jahren danach fand ein *deutlicher Rückgang des Verkehrsanteils des ÖPNV* zugunsten des motorisierten Individualverkehrs statt. Der *Modal-Split-Anteil* des Umweltverbundes (Fußgänger-, Fahrradverkehr, ÖPNV) verringerte sich innerhalb weniger Jahre von über 60 % auf ähnliche Werte wie in den westlichen Bundesländern (Abb. V-4.11).

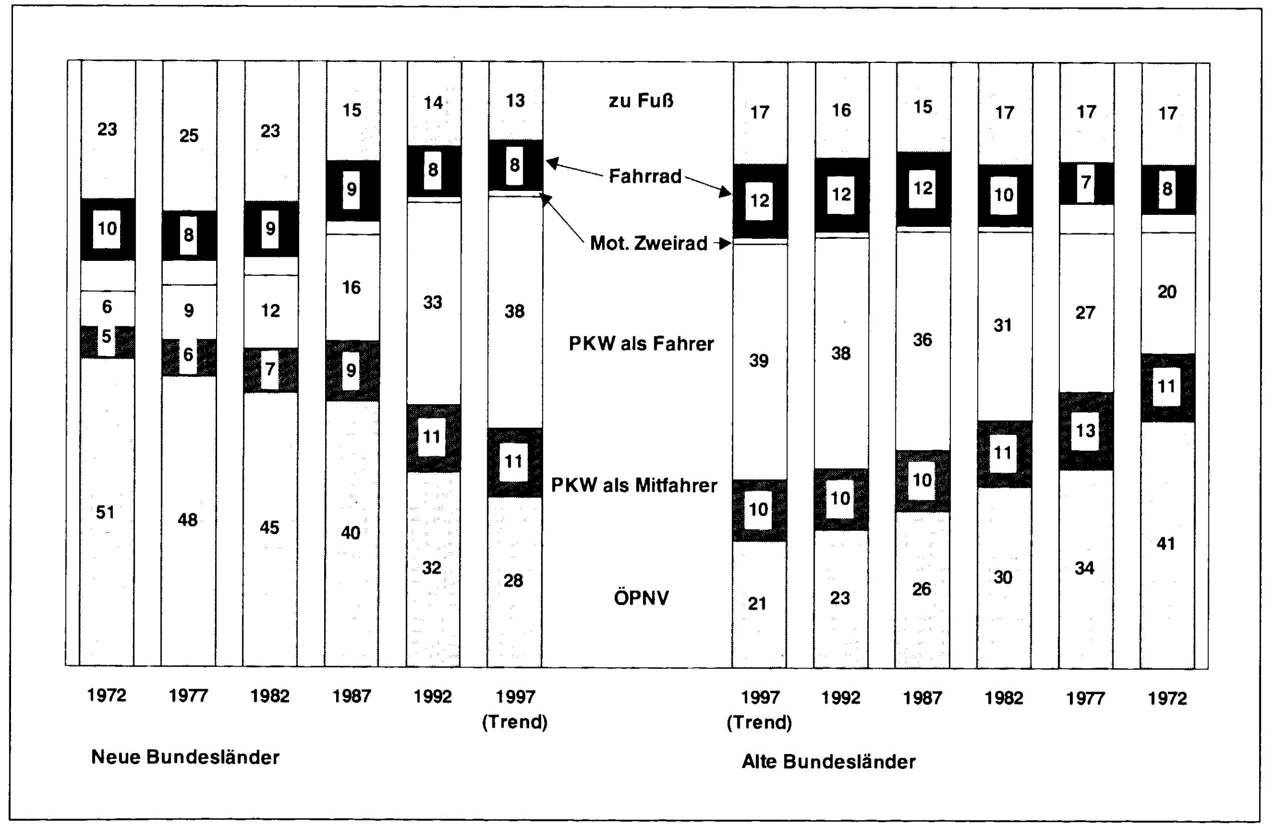
Der Rückgang des ÖPNV in den neuen Bundesländern hielt bis 1994 an. Erst in allerjüngster Vergangenheit zeichnet sich ein Stillstand dieser Entwicklung ab. *Dieser dramatischen Veränderung im Modal Split war die Verkehrsinfrastruktur der Städte zumeist nicht gewachsen.* Außerdem führte diese Entwicklung zur Steigerung der Immissionsbelastung in den innerstädtischen Lebensräumen durch verkehrsspezifische Emissionen. Es kam hinzu, daß die auf ÖPNV-Anbindung angelegte Siedlungsstruktur der ostdeutschen Kommunen durch eine disperse, nicht an raumplanerischen Konzepten orientierte Entwicklung abgelöst wurde, was die Ausgangssituation für den ÖPNV weiter verschlechterte. Die Entwicklung der Verkehrssituation während der vergangenen Jahre wird im folgenden am Beispiel der Städte Chemnitz, Dresden und Leipzig beschrieben.

Chemnitz

Chemnitz weist als Industrie- und Verwaltungszentrum eine überdurchschnittliche Siedlungsdichte (10 000 EW/km^2) auf, mit teilweise hoher Bebauung und geringem Freiflächenanteil. Großwohnsiedlungen mit hoher Wohndichte, eintöniger Architektur und ohne Stadtteilzentren bestimmen große Stadtgebiete.

Abbildung V-4.11

Vergleich der Verkehrsmittelwahl zwischen den neuen und alten Bundesländern im Zeitraum 1972–1992



Quelle: EBF 1996

Analog zu anderen sächsischen Städten ist folgende Entwicklung erkennbar:

- Suburbanisierung, Siedlungsflächenstreuung im Außenbereich,
- Auflockerung bestehender Siedlungsgebiete durch Verfall, vor allem in den Innenstadtrandgebieten,
- Konzentration und Randwanderung des Einzelhandels,
- Ausdünnung der Nahversorgung durch Wettbewerbsverluste des innerstädtischen Handels,
- weitere Zentralisierung von Dienstleistungsangeboten im Stadtzentrum,
- Verlust wohnungsnaher Arbeitsplätze und langsame Entwicklung von Produktionsstätten im Umland.

Chemnitz zählte 1985 noch über 315 000 Einwohner. Der bereits vor der Wiedervereinigung zu verzeichnende Bevölkerungsverlust erhöhte sich in der Zeit danach durch Abwanderung infolge verlorener Arbeitsplätze und des starken Geburtenrückgangs um fast 10 % auf eine Einwohnerzahl von etwa 265 000 Einwohner Ende 1995.

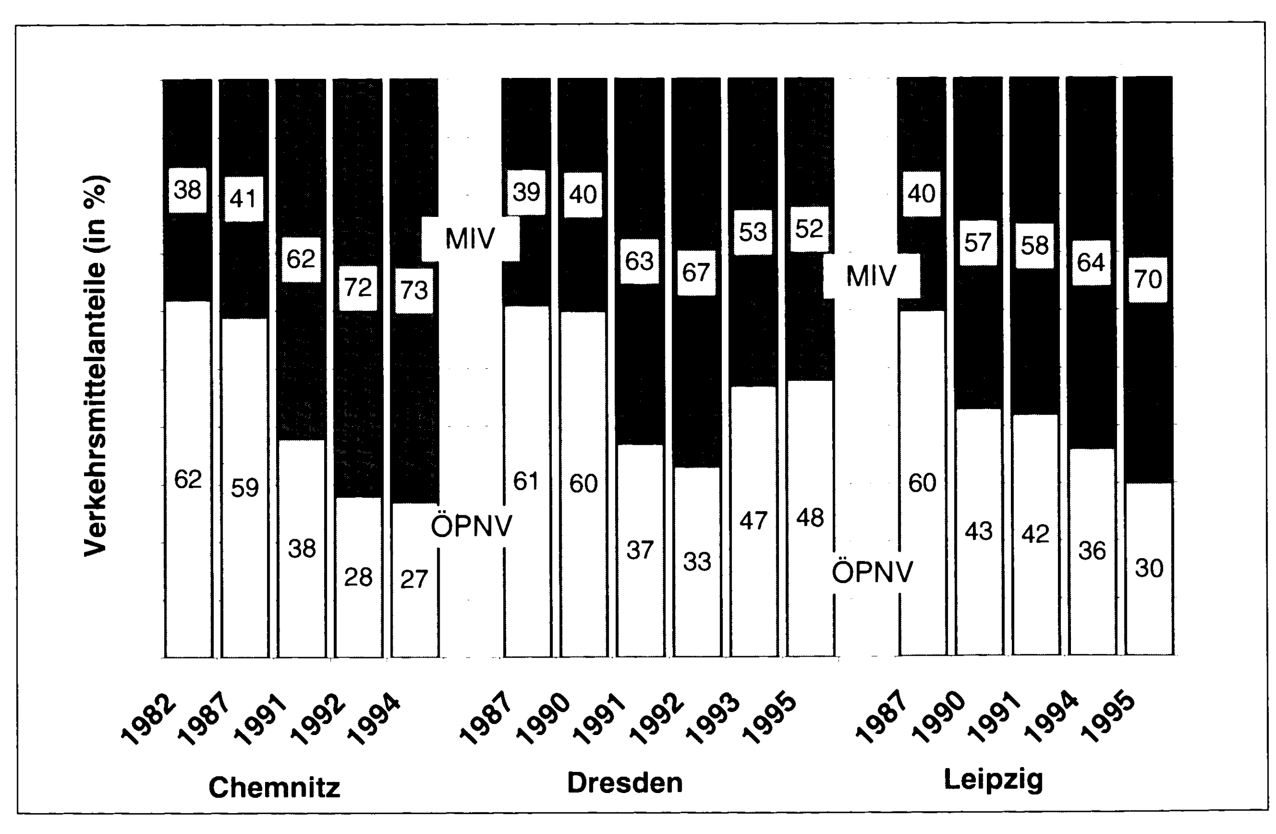
Die Stadt besitzt ein *sehr gut ausgebautes ÖPNV-Netz* mit Straßenbahnen und Bussen, die von der Chemnitzer Verkehrs AG (CVAG) betrieben werden. Besonders zu erwähnen ist die *Übernahme bzw. Weiterentwicklung Karlsruher Erfahrungen mit dem Aufbau einer regionalen Stadtbahn*, die auf vorhandenen Bahngleisen künftig das Umland mit dem Oberzentrum Chemnitz verbinden wird. Der Betrieb dieses auch als *„Chemnitzer Modell"* bezeichneten ÖPNV-Konzepts soll mit Niederflurfahrzeugen und flexiblen kleinen Zugeinheiten erfolgen. Die Einführung der Stadtbahn wird begünstigt durch:

- das relativ dichte Schienennetz, das radial auf die Stadt ausgerichtet ist,
- die Anbindung einer Vielzahl von Mittelzentren an das Oberzentrum und
- die Vielzahl von verkehrlichen Verknüpfungsmöglichkeiten innerhalb der Stadt Chemnitz.

Den tiefgreifenden Veränderungen der innerstädtischen Verkehrssituation mit ständig zunehmendem motorisierten Individualverkehr *ist die Verkehrsinfrastruktur der Stadt Chemnitz in weiten Teilen nicht mehr gewachsen*. Die Sättigung der Motorisierungsentwicklung ist noch nicht erreicht, so daß sich die Verkehrssituation noch *verschärfen* wird. Die ungewöhnlich hohe Zunahme der Pkw-Bestände von 1990 bis 1995 um 70 % ist die Hauptursache für die außergewöhnliche Entwicklung des motorisierten Individualverkehrs und das Zurückdrängen des ÖPNV (Abb. V-4.12).

Abbildung V-4.12

Modal-Split des motorisierten Verkehrs in den Städten Chemnitz, Dresden und Leipzig



Quelle: EBF 1996

Auch der *nichtmotorisierte Verkehr* (Fußgänger und Radfahrer) ist zurückgegangen. Der Radverkehr mit einem Anteil von 2% wird im Stadtzentrum vom motorisierten Individualverkehr verdrängt. Ursachen für diese Entwicklung sind:

– Räumliche Trennung der Lebensfunktionen mit längeren Wegdistanzen,

– unzureichendes Wegeangebot, wie z. B. unzureichendes Radwegenetz mit nur etwa 9 km Länge.

Dresden

Die Landeshauptstadt des Freistaates Sachsen, Dresden, ist durch eine Mischstruktur gekennzeichnet, bestehend aus

– stadtwirtschaftlich funktionaler Fläche und

– naturnahem Potential von Waldgebieten und Parkanlagen in großflächigen geschlossenen Strukturen.

Die heute für Dresden typische Stadtstruktur, welche besonders durch die in den letzten beiden Jahrzehnten erfolgte Konzentration des Wohnungsbaus an der Stadtperipherie geprägt wird, hat zu neuartigen innerstädtischen Beziehungen geführt. Besonders negative Auswirkungen erbrachte diese Entwicklung für den Fortbestand stadtstrukturell und historisch wertvoller Wohngebiete, aus denen die Menschen infolge verschlechterter Wohnbedingungen auszogen und die somit dem Verfall preisgegeben wurden. Mit der Neuansiedlung von Stadtbewohnern an der Peripherie ging eine *deutliche Zunahme des innerstädtischen Verkehrs* bei gleichzeitig meist größeren Entfernungen zwischen Wohnen und Arbeiten einher.

Dresden besitzt ein *sehr gut ausgebautes ÖPNV-System.* Rückgrat dieses Systems ist die Straßenbahn mit ca. 132 km Gleislänge, die als beispielhaft für Deutschland und sogar für ganz Europa angesehen wird. Durch sie erfolgt die Erschließung der wichtigsten räumlichen Bereiche der Stadt. Im Vergleich zu anderen Städten liegt hier ein nahezu flächendeckendes Netz vor.

Die Anbindung vor allem der um die Dresdner Region angesiedelten Industrieballungsräume sowie der Ausflugs- und Erholungsgebiete ist Aufgabe der Stadt- und Vorort-Bahn bzw. der S-Bahn. Die Stadt- und Vorortbahnzüge fahren im Gemeinschaftsbetrieb mit Fernzügen und sind dadurch Behinderungen durch den Vorrang des Fernverkehrs ausgesetzt. Aufgrund des ausschließlichen Einsatzes von Doppelstockwagen auf einigen Strecken konnte ein deutlicher Attraktivitätszuwachs erreicht werden.

Die *Individualmotorisierung* der Landeshauptstadt Dresden ist bereits in den Jahren vor der Wiedervereinigung kontinuierlich gewachsen, wobei ab 1989 ein sprunghafter Anstieg zu verzeichnen war. Betrug der Bestand zugelassener Kraftfahrzeuge 1988 ca. 163 000, so stieg diese Zahl bis 1990 auf über 190 000 Kraftfahrzeuge an. Diese sprunghafte Entwicklung setzte sich in den Folgejahren nicht fort, vielmehr wachsen die Zulassungszahlen langsam an, so daß der Bestand an zugelassenen Kraftfahrzeugen Anfang 1996 228 000 betrug. Die langsamere Motorisierungsentwicklung hat sich positiv auf den ÖPNV ausgewirkt. So können die Dresdner Verkehrsbetriebe (DVB) seit 1992 ein stetiges Wachstum bei den beförderten Personen verzeichnen, wofür die Einführung des Semestertickets für Studenten nach Einschätzung der Experten eine wesentliche Ursache darstellt. Dies drückt sich auch in der Entwicklung der ÖPNV-Verkehrsleistung der Stadt Dresden aus.

Diese insgesamt positive Entwicklung des ÖPNV in Dresden hat jedoch *nicht verhindern können, daß der Anteil des ÖPNV am Modal Split zurückging* (Abb. V-4.12).

Leipzig

Siedlungsstrukturelles Kennzeichnen der Stadt Leipzig ist die mit ca. 3 500 EW/km² überdurchschnittlich hohe Bevölkerungsdichte im Zentrum der Stadt. In den Stadtrandgebieten liegt mit etwa 1 500 EW/km² eine aufgelockerte Siedlungsstruktur vor. Charakteristisch für das engere Umland von Leipzig sind eine Reihe von Kleinstädten und größere Gemeinden.

Bereits vor der Wiedervereinigung hatte Leipzig einen hohen Geburtenrückgang zu verzeichnen. Der Bevölkerungsrückgang verstärkte sich zwischen den Jahren 1990 und 1995. Im Jahre 1992 hat Leipzig die Einwohnergrenze von 500 000 unterschritten.

Die Hauptverkehrsträger für den innerstädtischen ÖPNV in Leipzig sind Straßenbahn und Bus, betrieben von der Leipziger Verkehrsbetriebe GmbH (LVB). Desweiteren gehören zum ÖPNV die Busse der Regionalverkehr Leipzig GmbH (RVL) und das S-Bahn-Netz. Leipzig besitzt *eine der ältesten Straßenbahnen Deutschlands*, die als besonderes Kuriosum mit 1448 mm eine überbreite Spur besitzt, breiter als die Regelspur der Eisenbahn. Der Anteil eigener und besonderer Bahnkörper beträgt nur 26%, dies bedeutet für den Fahrbetrieb auf Teilstrecken insbesondere an Knotenpunktzufahrten erhebliche Behinderungen bis zum Stillstand. Die mittlere Reisegeschwindigkeit liegt derzeit nur zwischen 14 und 19 km/h.

Durch die Radialstruktur des Verkehrsnetzes mit Zusammenführung der Linien am Promenadenring ist das bebaute Stadtgebiet insgesamt gut erschlossen und das Stadtzentrum aus allen Ortsteilen gut erreichbar. *Über 90% der Einwohner wohnen im Einzugsbereich von Haltestellen.*

In den vergangenen Jahren erfolgten weitreichende Modernisierungen des Straßenbahnsystems. So wurde im Jahre 1993 eine *modernisierte Verkehrsleitstelle* eröffnet. Seit 1996 sind alle mit Bordrechnern ausgerüsteten Straßenbahnen mit der Verkehrsleitstelle verbunden, dort wird die aktuelle Position des Fahrzeugs mittels eines neuen rechnergestützten Betriebsleitsystems erfaßt. 1995 begann der Einsatz einer neuen Straßenbahngeneration, der achtachsigen Niederflurstraßenbahnwagen.

Vor allem wegen der sprunghaften Motorisierung kam es nach 1989 *zu drastisch sinkenden Fahrgastzahlen im ÖPNV*. Während 1989 noch knapp 8 Mio. Fahrgäste befördert wurden, waren dies 1993 nur noch 4,5 Mio.

Auch in Leipzig ist die Verkehrssituation durch das *Wachstum des motorisierten Individualverkehrs* gekennzeichnet. So stieg die Motorisierung von 230 Pkw/1 000 EW im Jahr 1989 auf 399 Pkw/ 1 000 EW im Jahre 1995. Entsprechend sank das Verkehrsaufkommen des ÖPNV im Zeitraum von 1990 bis 1993 um mehr als die Hälfte, danach stabilisierte sich die Situation. *Im Modal-Split ist die Abwärtsbewegung des ÖPNV noch nicht beendet* (Abb. V-4.12).

Zwei Drittel aller neuen Baugebiete, insbesondere Industrie- und Gewerbegebiete, befinden sich entweder bis maximal 5 km von der nächsten Autobahnauffahrt entfernt oder liegen unmittelbar an einer Bundesstraße. Nur drei Baugebiete befinden sich gegenwärtig an ÖPNV-Trassen, in 18 weiteren Fällen könnte durch Neu- bzw. Ausbau der S-Bahnstrecken sowie durch Verlängerung von Straßenbahnstrecken eine Anbindung an den ÖPNV geschaffen werden. Im günstigsten Fall könnten somit etwa 40% der Baugebiete an den ÖPNV angeschlossen werden.

Gesamtentwicklung in den betrachteten Städten

Die Wiedervereinigung Deutschlands hat für die ostdeutschen Städte erhebliche Strukturveränderungen mit sich gebracht. So nahm die Bevölkerung in den betrachteten Städten, ebenso wie in den neuen Bundesländern insgesamt, trotz umfangreicher Eingemeindungen in der Zeit von 1990–1994 kontinuierlich ab.

Der erhebliche Anstieg des motorisierten Individualverkehrs in den drei hier näher betrachteten Städten führte wegen der nicht entsprechend angepaßten Verkehrsinfrastruktur zu erheblichen Ineffizienzen im Verkehrsablauf. Weiterhin waren mit diesem Anstieg auch Steigerungen verkehrsspezifischer Emissionen, wie insbesondere Stickstoffoxide, verbunden, die sich auch an der Immissionsentwicklung in innerstädtischen Gebieten widerspiegeln. Die unstrittigen Erfolge bei der Reduktion von Emissionen, insbesondere aus Energieumwandlungsanlagen, relativieren sich durch diese Emissionssteigerungen im Verkehrssektor.

Trotz der weitgehenden Veränderungen der Verkehrssituation in den Städten der neuen Bundesländer während der vergangenen Jahre, die, wie an den Beispielen der Städte Chemnitz, Dresden und Leipzig gezeigt wurde, durch einen *dramatischen Rückgang des ÖPNV-Anteils zugunsten des motorisierten Individualverkehrs* gekennzeichnet war, liegen dort *insgesamt günstige Voraussetzungen für eine Attraktivitätssteigerung des ÖPNV* und damit für einen *Wiederanstieg der Modal-Split-Anteile des ÖPNV* vor. Diese ergeben sich aus den günstigen strukturellen Bedingungen durch eine an der Erschließung durch öffentliche Verkehrsträger orientierte Siedlungsstruktur. So bestehen in allen betrachteten Städten noch umfangreiche Straßenbahnnetze, die einen Großteil der alten Wohngebiete bedienen. Diese gilt es zu modernisieren und zu erweitern. Weiterhin sollte die Siedlungsentwicklung künftig wieder verstärkt mit dem Ausbau des ÖPNV abgestimmt werden. Die während der vergangenen Jahre teilweise praktizierte, unkoordinierte, nicht an raumplanerischen Konzepten orientierte Siedlungsentwicklung im Umkreis der Kernzonen von Ballungsräumen war den Zielen „Entlastung des Verkehrsnetzes" und „Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltverträglichere Verkehrsträger" nicht dienlich.

4.4 Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Die hier untersuchte Option *„Attraktivitätssteigerung im ÖPNV"* macht deutlich, daß ein gut organisierter und attraktiver ÖPNV viel zur Verbesserung der Verkehrssituation in Ballungsräumen beitragen kann. Einige Erfolgsmodelle, wie das Verkehrskonzept der Stadt Zürich, sind das Ergebnis einer *konsequenten Anwendung ordnungsrechtlicher Maßnahmen*. Besondere Attraktivität erhalten die ÖPNV-Modelle, wenn sie, wie in Zürich geschehen, mit neuen Organisationskonzepten zur Nutzung individueller Verkehrsmittel, z. B. Car-Sharing, verknüpft werden.

Daß auch eine überzeugende *Angebotspolitik im Bereich des ÖPNV* erfolgreich sein kann, zeigt die ausführlich betrachtete Fallstudie des „Karlsruher Modells", speziell im Nahverkehrskorridor von Karlsruhe nach Bretten. Die unabhängig von der Einführung des „Karlsruher Modells", jedoch in etwa gleichzeitig damit ergriffenen ordnungsrechtlichen und preislichen Maßnahmen, wie z. B. die Beschränkung und Verteuerung des Parkraums, haben sicherlich flankierend zu diesem Erfolg beigetragen. Die *Anzahl der mit dem ÖPNV im Korridor zurückgelegten Wege stieg signifikant um 50%*, bei einer Zunahme der Gesamtzahl der Wege um ca. 2,5%, *während die Zahl der Pkw-Fahrten leicht abgenommen hat.* Besonders überraschend war die große Nachfrage an Wochenenden, die nachträglich zusätzliche Verbindungen notwendig machte, ein Hinweis dafür, daß der ÖPNV auch eine Rolle als attraktives Transportmittel für den immer bedeutender werdenden Freizeitbereich spielen kann.

Trotz des Erfolgs des „Karlsruher Modells" hat eine *Verlagerung von motorisiertem Individualverkehr zum ÖPNV* nur in begrenztem Umfang stattgefunden. Die im Rahmen dieser Studie durchgeführten Abschätzungen ergaben, daß mit etwa 2 000 verlagerten Pkw-Fahrten pro Werktag im Korridor eine Verlagerung des Pkw-Verkehrs von etwa 5% erreicht wurde. Deutlicher als bei der Anzahl der verlagerten Fahrten wird die verkehrliche Wirkung – und damit auch die Auswirkung auf die Umwelt – der erreichten Verlagerung bei Betrachtung der auf den ÖPNV verlagerten *Fahr- bzw. Verkehrsleistung*, d. h. der verlagerten Pkw-Kilometer bzw. Personen-km. Insgesamt wurden knapp 10% der im Korridor erbrachten *Gesamtfahrleistung* von etwa 460 000 Pkw-km pro Tag vom motorisierten Individualverkehr auf den ÖPNV verlagert. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, daß relativ lange Wege auf die Stadtbahn verlagert wurden. Die *Verkehrsleistung* im motorisierten Individualverkehr nahm von etwa 570 000 auf etwa 510 000 Personen-km pro Tag ab. Es hat sich im übrigen auch bestätigt, daß ein Teil der Verlagerung zum ÖPNV auf Kosten des Fußgänger- und des Fahrradverkehrs geht.

Attraktive Nahverkehrskonzepte induzieren jedoch auch *Neuverkehr.* Die Erhebungen auf der hier betrachteten Referenzstrecke ergaben Werte von etwa 11 %, wobei über die Hälfte der Fahrtzwecke des Neuverkehrs zur Sparte „Arbeit und Ausbildung" gehört; der Rest ist im wesentlichen Freizeit- und Einkaufsverkehr.

Die auf der betrachteten Referenzstrecke Karlsruhe–Bretten durch die Stadtbahn erreichte Verlagerung von Straßenverkehr auf den ÖPNV ist mit nicht unbeträchtlichen *Emissionsminderungen* verbunden. Noch erheblicher als die Verringerung der Emissionen ist die Verbesserung der Immissionssituation im betrachteten Korridor, da die entstehenden Emissionen bei der Stromerzeugung für den Stadtbahnbetrieb aus hohen Kraftwerkschornsteinen erfolgen und somit nur geringfügig zu Imissionen in den Lebensräumen der Menschen beitragen. Insbesondere die zum immissionsbedingten kanzerogenen Risiko beitragenden Stoffe Dieselruß, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe und Benzol werden bei der Stromerzeugung nicht oder nur in vergleichsweise geringen Mengen freigesetzt. Ein weiterer bedeutender Umweltvorteil besteht darin, daß die Stadtbahn eine achsenorientierte Siedlungsentwicklung unterstützt, die mit *geringerem Landverbrauch* und erheblich *geringeren Zerschneidungseffekten* von Landschaften verbunden ist als die durch den motorisierten Individualverkehr begünstigte disperse Siedlungsentwicklung.

Auch bezüglich seiner *Kostendeckung* ist das „Karlsruher Modell" als Erfolg anzusehen, da mit über 80 % ein für den ÖPNV überdurchschnittlicher Kostendeckungsgrad für die Betriebskosten erreicht wurde. Damit liegt der Fehlbetrag je Fahrgast mit ca. 0,32 DM weit unter dem Durchschnitt der Mitgliedsunternehmen des Verbandes Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) mit 0,94 DM pro Fahrgast. Dieses Ergebnis wurde jedoch nicht auf der Grundlage des nach der Regionalisierung des SPNV von der Deutschen Bahn AG zu erhebenden Trassenpreises erreicht. Vielmehr wurde vor der Regionalisierung des Nahverkehrs der Bahn eine Streckenbenutzungsgebühr entrichtet, danach wurde die gesamte hier betrachtete Referenzstrecke gepachtet, was mit erheblich günstigeren Kosten verbunden war bzw. ist als die Entrichtung der vorgesehenen Tarife des Trassenpreiskatalogs. Es ist fraglich, ob auf der Basis des vorliegenden Trassenpreiskatalogs überhaupt erfolgreiche ÖPNV-Modelle zu realisieren sind.

Der Erfolg des „Karlsruher Modells" war das *Ergebnis einer Vielzahl abgestimmter Maßnahmen,* wie der Verbund aller öffentlichen Verkehrsmittel im Einzugsbereich von Karlsruhe, die Abstimmung der Fahrpläne der einzelnen Verkehrsträger im Rahmen eines koordinierten Taktverkehrs, eine einheitliche, übersichtliche und attraktive Tarifstruktur, der Einsatz moderner Fahrzeuge und die umfassende Information der Bevölkerung über den Verkehrsverbund, wobei die für den ÖPNV ungewohnt komfortablen Transportbedingungen und die unmittelbare Anbindung an den Innenstadtbereich des Oberzentrums Karlsruhe von besonderer Bedeutung gewesen sein dürften. Die Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten und Interessen von Beginn der ersten Planungsphase an war wesentliche Voraussetzung für den Erfolg dieses Modells. Auch führt die Beteiligung der Gebietskörperschaften an dem Betriebskostendefizit zu der positiven Reaktion, daß das öffentliche Verkehrssystem in die örtlichen Planungs- und Finanzierungsüberlegungen einbezogen wird. Das „Karlsruher Modell" kann somit, auch wenn es bereits vor der Regionalisierung des SPNV im Rahmen der Bahnreform eingeführt wurde, als *Modell für eine erfolgreiche Regionalisierung* angesehen werden.

Die organisatorische Realisierung des „Karlsruher Modells" hat somit über den Karlsruher Raum hinaus eine wichtige *Vorbildfunktion für andere Ballungsräume.* Dies betrifft insbesondere das Konzept einer angebotsorientierten und attraktiven ÖPNV-Verbindung des Umlandes mit der Innenstadt sowie das realisierte Betriebskonzept, das Straßen- und Stadtbahnverkehr unter Einbeziehung von Bahntrassen kombiniert. Die Übertragung dieses Modells auf andere Ballungsräume kann wesentlich zur Attraktivitätssteigerung des ÖPNV beitragen. Bei der Übertragung sollten jedoch die jeweiligen Gegebenheiten umfassend und gründlich geprüft werden. So ist davon auszugehen, daß nicht in jedem Fall das sehr kostenintensive Zweisystemkonzept der elektrischen Traktion der Karlsruher Stadtbahn die geeignetste Lösung ist. Preisgünstigere Konzepte, wie Dieselleichttriebwagen, sind nach dem augenblicklichen Stand der Technik allerdings noch mit unerwünschten Emissionen verbunden, die unmittelbar in bewohnten Gebieten freigesetzt werden. Eine Reihe alternativer Antriebskonzepte, die sich noch in der Entwicklung bzw. teilweise bereits in der Erprobung befinden, sind auch für den Einsatz in Stadtbahnen von Interesse. Insbesondere sollte auch der Einsatz von Hybridantrieben geprüft werden.

Für erfolgreiche Modellvorhaben des ÖPNV, wie das „Karlsruher Modell", ergibt sich die Frage, ob die mit erheblichem Aufwand erreichten verkehrlichen Wirkungen *auch langfristig gesichert werden können.* Der weiterhin stattfindende Straßenbau, insbesondere parallel zu ÖPNV-Trassen, und die anhaltende Ausweisung von Siedlungs- und Gewerbegebieten, die nicht oder nur unzureichend mit den ÖPNV-Planungen koordiniert werden, sind hier als Problembereiche zu nennen. Die Auswertungen der Fallstudie machen deutlich, daß zur langfristigen Sicherung des Erfolgs des Stadtbahnkonzepts eine erheblich bessere Abstimmung von ÖPNV-Planung und Flächennutzungsplanung erforderlich ist, als dies im Augenblick der Fall ist. Eine klare Prioritätensetzung für den öffentlichen Nahverkehr ist notwendig. Der Trend, ÖPNV-Ausbau und Straßenbau entlang der Erschließungsräume des ÖPNV parallel zu betreiben, ist kontraproduktiv. Insbesondere muß sich die mittel- und langfristige siedlungsstrukturelle Entwicklung auf die Erschließungsräume konzentrieren, die mit der ÖPNV-Planung abgestimmt sind. Die bisherigen Regelungen sind zu unverbindlich und damit nicht ausreichend für eine verkehrsmindernde Siedlungsstruktur.

Das im Personenbeförderungsgesetz geschaffene neue Instrument des *Nahverkehrsplans (NVP)* erscheint in seiner bisherigen Konzeption nicht ausreichend, um attraktive ÖPNV-Konzepte zu verwirklichen. Es besteht vielmehr die Gefahr, daß sich diese Pläne auf eine technische Bestandserfassung der Verkehrsströme beschränken, ohne daß konzeptionelle Überlegungen über die Mobilitätsbedürfnisse einer Region unter Berücksichtigung raumstruktureller Entwicklungen und über alternative Bedienungsmöglichkeiten stattfinden. So ist es für den Bereich der hier untersuchten Fallstudie des „Karlsruher Modells" zwar zu begrüßen, daß die Aufgabenträger des öffentlichen Nahverkehrs keine eigenen Nahverkehrspläne erstellt haben, sondern von der Möglichkeit Gebrauch gemacht haben, daß benachbarte Aufgabenträger bei der Erstellung eines gemeinsamen Nahverkehrsplans zusammenarbeiten können. Diese notwendige Planungskoordinierung konnte jedoch nicht auf das gesamte Gebiet des Karlsruher Verkehrsverbundes (KVV) ausgedehnt werden, da für die linksrheinischen, in Rheinland-Pfalz gelegenen Bedienungsgebiete eine andere Rechtsgrundlage für die Erstellung von Nahverkehrsplänen gilt.

Die Fallstudie gibt eine Reihe von Hinweisen zur Verbesserung der Rahmenbedingungen, um attraktive ÖPNV-Modelle langfristig zu sichern:

- Berücksichtigung der Anforderungen einer ÖPNV-gerechten Erschließung in der verbindlichen Bauleitplanung durch entsprechende Novellierung des Baugesetzbuches (BauGB);

- Verpflichtung zur Beachtung der geltenden Nahverkehrspläne in der verbindlichen Bauleitplanung durch entsprechende Novellierung des BauGB;

- stärkere Berücksichtigung des motorisierten Individualverkehrs in den Nahverkehrsplänen bzw. Schaffung eines Gesamtverkehrsplans als institutionalisiertes Instrument;

- Erhöhung der Bindungswirkung des Nahverkehrsplans in Richtung auf die Gesamtplanung;

- einheitliche Regelungen für die Erstellung von Nahverkehrsplänen für Regionen mit Verkehrsverbünden, die über die Grenzen eines Bundeslandes hinausgehen;

- Verbesserung der Kontrolle hinsichtlich Konsistenz und Zielkonfliktfreiheit der verschiedenen Planungen auf den höheren Planungsebenen.

Auch von seiten der Verkehrsunternehmen muß die *Attraktivität der Angebote* weiter gesteigert werden. So ist es insbesondere bei langen Streckenführungen und dichter Erschließung der Wohnsiedlungen durch viele Haltestellen notwendig, daß der normalen Bedienung der Strecke Eilzugverbindungen überlagert werden, um erträgliche Fahrzeiten sicherzustellen. Auch der Fahrzeugpark ist auf einem hohen Qualitätsstandard zu halten, was sich nicht nur auf die regelmäßigen Wartungsarbeiten bezieht, sondern auch auf eine Angleichung der Standards an die Entwicklungen im Automobilbau. So wird es in Zukunft notwendig sein, zumindest auf längeren Streckenführungen Klimaanlagen in die Fahrzeuge einzubauen. Weiterhin ist insbesondere bei längeren Streckenführungen mit Reisezeiten von mehr als 30 Minuten die Einführung von Erste-Klasse-Bereichen in Erwägung zu ziehen, wie dies in S-Bahnen bereits der Fall ist. Weiterhin sollten alle technischen Möglichkeiten ausgeschöpft werden, um übersichtliche und einfach bedienbare Fahrgastinformationssysteme sowie bargeldlose Zahlungssysteme für den ÖPNV einzurichten.

In den *neuen Bundesländern* war die Verkehrssituation bis 1989 sowohl im Fernverkehr als auch in den Ballungsräumen von der dominanten Stellung des öffentlichen Verkehrs geprägt. In den Jahren danach fand ein dramatischer Rückgang des Verkehrsanteils des ÖPNV zugunsten des motorisierten Individualverkehrs statt. Diese Entwicklung hielt bis 1994 an, teilweise auch noch danach. Erst in jüngster Zeit zeichnet sich ein Stillstand dieser Entwicklung ab. Der dramatischen Veränderung im Modal Split war die Verkehrsinfrastruktur der Städte zumeist nicht gewachsen, außerdem führte diese Entwicklung zu einer Steigerung der Immissionsbelastung in den innerstädtischen Lebensräumen durch verkehrsspezifische Emissionen. *Insgesamt bestehen aber in den ostdeutschen Städten gute Voraussetzungen für einen Wiederanstieg der Modal-Split-Anteile des ÖPNV.* Alle in dieser Studie betrachteten Städte verfügen über umfangreiche Straßenbahnnetze, die einen Großteil der alten Wohngebiete bedienen. Diese gilt es zu modernisieren und zu erweitern. Weiterhin sollte die Siedlungsentwicklung künftig wieder verstärkt mit dem Ausbau des ÖPNV abgestimmt werden.

Literatur

1. Vom TAB in Auftrag gegebene Gutachten

DIW (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung) (1996c): Ökonomische Folgenanalyse im Rahmen des TAB-Projekts „Optionen zur Entlastung des Verkehrsnetzes und zur Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger" (Autoren: Kuhfeld, H., Schlör, H., Voigt, U.). Berlin

DLR (Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt/HA Verkehrsforschung) (1994): TA-Vorstudie zum Projekt „Entwicklung und Analyse von Optionen zur Entlastung des Verkehrsnetzes sowie zur Verlagerung des Straßenverkehrs auf umweltfreundlichere Verkehrsträger". Köln

DLR (Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt/HA Verkehrsforschung (1996): Optionen zur Entlastung des Verkehrsnetzes sowie zur Verlagerung des Straßenverkehrs auf umweltfreundlichere Verkehrsträger. Köln

EBF (Ingenieurgesellschaft für Umwelt- und Bautechnik) (1994): Ermittlung von Potentialen und Entwicklung von Optionen zur Verringerung des Personen- und Güterverkehrs in den neuen Bundesländern der BRD, zur Entlastung des Verkehrsnetzes sowie zur Verlagerung auf umweltfreundliche Verkehrsträger (Autoren: Gräbner, P., Rothe, H.). Dresden

EBF (Ingenieurgesellschaft für Umwelt- und Bautechnik) (1996): Entwicklung des Öffentlichen Personennahverkehrs in ausgewählten Ballungszentren der neuen Bundesländer – eine Bewertung. Abschlußbericht (Autoren: Gräbner, P., et al.). Dresden

EWERS, H.-J., MANKEL, B. (1997): Externalitäten als Bewertungskriterien für verkehrspolitische Maßnahmen – Stand der wissenschaftlichen Diskussion. Berlin

INOVAPLAN (1996): Das Stadtbahnkonzept und seine Eignung zur nachhaltigen Verlagerung von motorisiertem Individualverkehr zum ÖPNV – am Beispiel des Korridors Karlsruhe-Bretten. Grobstudie zum Karlsruher Stadtbahnkonzept (MIV-Verlagerung) (Autoren: Schwarzmann, R., Zumkeller, D., Herry, M.). Karlsruhe

INOVAPLAN (1997): Kurzstudie zur Überprüfung von Rahmenbedingungen zur Sicherung des Erfolgs von Planungen des Öffentlichen Personennahverkehrs (Autor: Schwarzmann, R.). Karlsruhe

ISV (Institut für Straßen- und Verkehrswesen der Universität Stuttgart) (1997a): Kommentar-Gutachten „Telematik im Verkehr" – Teil B: Ansätze einer Technikfolgen-Abschätzung (Autor: Kolb, A.). Stuttgart

ISV (Institut für Straßen- und Verkehrswesen der Universität Stuttgart) (1997b): Gutachten zur Erprobung von IuK-Techniken in Feldversuchen (Autoren: Flasche, B., Wacker, M.). Stuttgart

IVE (Institut für Verkehrswesen, Eisenbahnbau und -betrieb, Universität Hannover) (1998): Kapazitätsreserven im Schienenpersonenfernverkehr (Autoren: Seidel, B., Zirkler, B., Meiertöns, C.). Hannover

NAGEL, H.-D. (1997): Auswirkungen der Emissionen des Straßenverkehrs. Anwendung des Critical Load und Critical Level Konzepts. Strausberg

2. Weitere Literatur

ABERLE, G. (1997): Privatfinanzierung Verkehrsinfrastruktur – war's das? In: Internationales Verkehrswesen 49(11), S. 541

ARNDT, H.-W. (1993): Autos ante portas – Autos vor den Toren der Stadt. In: Wirtschaft und Verwaltung 3, S. 206–234

AVG (Albtalbahn-Verkehrsgesellschaft) (1992): Stadtbahn Bretten – Ergebnisse und Auswertung der Fahrgastzählungen vor und nach Inbetriebnahme der Stadtbahn.

BALZ, W. (1995): Wirkungen kollektiver Verkehrsbeeinflussungsanlagen. In: Straßenverkehrstechnik 39(7), S. 301–307

BAUM, H. (1995): Schnittstellenproblematik und Kooperation im Güterverkehr. In: BMBF (Hg.): Technologieansätze zur besseren Kooperation und Vernetzung der Verkehrsträger. Statusseminar des Ref. 615 – Bodengebundene Transport- und Verkehrssysteme – des BMBF, 21.–22. Juni 1995, Wiesbaden

BAUMGARTEN, H. (1995): Wachstum und Preisverfall kennzeichnen die Marktlage. In: Deutsche Verkehrszeitung 49(59), S. 14

BERLANGE, M., BÜLLINGEN, F. (1994): Einsatz und Diffusion von Telekommunikation im Güterverkehr – Das Beispiel der elektronischen Fracht- und Laderaumausgleichsbörsen. Wissenschaftliches Institut für Kommunikationsdienste, Diskussionsbeitrag Nr. 133, Bad Honnef

BGBL (1997): Gesetz zur stärkeren Berücksichtigung der Schadstoffemissionen bei der Besteuerung von Personenkraftwagen (Kraftfahrzeugsteueränderungsgesetz 1997 – KraftStÄndG 1997) vom 18. April 1997. BGBl. I, S. 805

BLOECH, J., IHDE, G.B. (1997) (Hg.): Vahlens großes Logistiklexikon. München

BMBF (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie) (Hg.) (1995): Technologieansätze zur besseren Kooperation und Vernetzung der Verkehrsträger. Statusseminar des Ref. 615 – Bodengebundene Transport- und Ver-

kehrssysteme – des BMBF, 21.–22. Juni 1995, Wiesbaden

BMBF (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie) (Hg.) (1996): Bundesbericht Forschung 1996. Bonn

BMBF (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie) (Hg.) (1997): Mobilität – Eckwerte einer zukunftsorientierten Mobilitätsforschungspolitik. Bonn

BMF (Bundesministerium der Finanzen (Hg.) (1997): Finanzbericht 1998. Abgeschlossen am 22. August 1997, Bonn

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (1997a): Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung in Deutschland. Bonn

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (1997b): Klimaschutz in Deutschland – Zweiter Bericht der Regierung der Bundesrepublik Deutschland nach dem Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen. Bonn

BMV (Bundesministerium für Verkehr) (1992): Bundesverkehrswegeplan 1992 (BVWP '92). Juli 1992, Bonn

BMV (Bundesministerium für Verkehr) (1993): Strategiepapier Telematik im Verkehr – Zur Einführung und Nutzung von neuen Informationstechniken. Bonn

BMV (Bundesministerium für Verkehr) (1995a): Telematik im Verkehr – Stand der Umsetzung des Strategiepapiers vom 31. August 1993. Bonn

BMV (Bundesministerium für Verkehr) (1995b): Straßen in Deutschland. Bonn

BMV (Bundesministerium für Verkehr) (1995c): Bundesverkehrswegeplanung: Methodische Weiterentwicklung und Planungsperspektiven. Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesministerium für Verkehr, Gutachten vom 8. Dezember 1995

BMV (Bundesministerium für Verkehr) (Hg.) (1997): Verkehr in Zahlen 1997. Bonn

BOLTZE, M. (1996): Intermodales Verkehrsmanagement – mehr als eine Mode? In: Internationales Verkehrswesen 48(1+2), S. 14

BOLTZE, M., PUZICHA, J., AXHAUSEN, K. W., POLAK, J.W. (1994): Parkverhalten und Wirksamkeit des Parkleitsystems in Frankfurt am Main. In: Straßenverkehrstechnik 38(1), S. 29–34

BOUSKA, W. (1995): Telematik im Verkehr. In: Deutsches Autorecht 64(9), S. 353–356

BRAESS, H.-H. (1996): Telematik – in der Sackgasse? In: VDI-Nachrichten 44, 1. Juni 1996, S. 8

BRAESS, H.-H. (1997): Das selbstfahrende Auto – Vision oder Utopie? In: Süddeutsche Zeitung, 21. Juni 1997

BRAESS, H.-H., REICHART, G. (1995): Prometheus: Vision des ‚intelligenten Automobils' auf ‚intelligenter Straße' – Versuch einer kritischen Würdigung. In: ATZ Automobiltechnische Zeitschrift 97(4), S. 200 bis 205 (Teil 1) u. (6), S. 330–343 (Teil 2)

BRÖG, W. (1992): Entwicklung der Mobilität unter veränderten Bedingungen der Bevölkerungs-, Siedlungs- und Verkehrsstruktur. In: Verkehr und Technik 45(1), S. 3–8 (Teil I) und 45(2), S. 57–62 (Teil II)

BUNDESREGIERUNG (1996a): 6. Immissionsschutzbericht der Bundesregierung. Bonn

BUNDESREGIERUNG (1996b): Bericht der Bundesregierung 1996 über die Entwicklung der Kostenunterdeckung im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV). Deutscher Bundestag, Drucksache 13/7552, Bonn

BUNDESREGIERUNG (1996c): Antwort der Bundesregierung auf die Große Anfrage der Abgeordneten Gila Altmann (Aurich), Elisabeth Altmann (Pommelsbrunn), Marieluise Beck (Bremen), weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Drucksache 13/3359: Emanzipation vom Auto (II) – Feministische Ansätze zur Verkehrsvermeidung. Deutscher Bundestag, Drucksache 13/5338, Bonn

BUNDESREGIERUNG (1996d): Gesetzentwurf der Bundesregierung: Entwurf eines Gesetzes zur stärkeren Berücksichtigung der Schadstoffemissionen bei der Besteuerung von Personenkraftwagen (Kraftfahrzeugsteueränderungsgesetz 1997 – KraftStÄndG 1997). Deutscher Bundestag, Drucksache 13/4918, Bonn

BUNDESREGIERUNG (1997): Bericht der Bundesregierung über die Entwicklung der Finanzhilfen des Bundes und der Steuervergünstigungen gemäß § 12 des Gesetzes zur Förderung der Stabilität und des Wachstums der Wirtschaft (StWG) vom 8. Juni 1968 für die Jahre 1995 bis 1998 (Sechzehnter Subventionsbericht). Deutscher Bundestag, Drucksache 13/8420, Bonn

BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN (1997): Antrag der Abgeordneten Gila Altmann (Aurich) und der Fraktion Bündnis 90/Die Grünen – Für eine zukunftsfähige Verkehrspolitik I: Eine umfassende Revision des Bundesverkehrswegeplans ist dringend erforderlich. Deutscher Bundestag, Drucksache 13/7526, Bonn

BUSSIEK, T., BOCK, E., SEYWALD, J. (1996): Nutzerorientierte Verkehrstelematik – Anwendung bei der SüdbadenBus in Freiburg. In: Der Nahverkehr 14(11), S. 62–69

COENEN, R., KLEIN-VIELHAUER, S., MEYER, R. (1996): Integrierte Umwelttechnik – Chancen erkennen und nutzen. Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag Band 1, Berlin

CREMER, M. (1996): Leittechnik für Fernstraßen. In: Automatisierungstechnik 44(9), S. 420–427

DENKHAUS, I. (1995): Verkehrsinformationssysteme. Wiesbaden

DER ELSNER (1996): Handbuch für Straßen- und Verkehrswesen. Berlin. Teil D, Kapitel 33, S. 519–535

DEWING, W. L., JOHNSON, S.M., STACKHOUSE, S.P. (1995): The Interaction of Non-Driving Tasks with Driving – Final Report. Minnesota Department of Transport, Report Number 95–20 Rev., St. Paul

DIW (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung) (1990): Entwicklung der Verkehrsnachfrage im Personen- und Güterverkehr und ihre Beeinflussung durch verkehrspolitische Maßnahmen (Trendszenario und Reduktions-Szenario). Berlin

DIW (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung) (1994a): Entwicklung des Personenverkehrs in Deutschland bis zum Jahr 2010. In: Wochenbericht des DIW 22/94, S. 365–374

DIW (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung) (1994b): Pkw-Bestandsentwicklung in Deutschland bis zum Jahr 2010. In: Wochenbericht des DIW 22/94, S. 357–364

DIW (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung) (1994c): Verminderung der Luft- und Lärmbelastungen im Güterfernverkehr 2010. Gutachten des DIW unter Mitarbeit von IVU Berlin und IFEU Heidelberg im Auftrage des Umweltbundesamtes, Berichte des Umweltbundesamtes Nr. 5/94, Berlin

DIW (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung) (1996a): Weiterhin Wachstum von Fahrleistungen und Kraftstoffverbrauch im Straßenverkehr. In: Wochenbericht des DIW 14/96, S. 227–238

DIW (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung) (1996b): Entwicklung des Personenverkehrs in der Bundesrepublik Deutschland. In: Wochenbericht des DIW 37/96, S. 614–623

DIW (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung) (1997): Kfz-Steuerreform: Nur geringe Umweltentlastungen zu erwarten. In: Wochenbericht des DIW 35/97, S. 625–634

DIW (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung), IVM (Institut für Verkehrswissenschaft Münster) (1994): Gesellschaftliche Kosten und Nutzen der Verteuerung des Transports. In: Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre" des Deutschen Bundestages (Hg.): Studienprogramm, Band 4 Verkehr, Teilband 1, Studie A, Bonn

DOBESCHINSKY, H. (1991): Automatisierte verkehrsträgerübergreifende Informationssysteme. Forschungsarbeiten des Verkehrswissenschaftlichen Instituts an der Universität Stuttgart, Bericht 18, Stuttgart

ECMT (European Conference of Ministers of Transport) (ed.) (1994): Internalising the Social Costs of Transport. Paris

EK (Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre" des Deutschen Bundestages) (1994) (Hg.): Mobilität und Klima – Wege zu einer klimaverträglichen Verkehrspolitik. Bonn

ERNST, W. (1996): Das Projekt CIR-ELKE kommt in Fahrt. In: ETR Eisenbahntechnische Rundschau 45(3), S. 107

ESSO (1997): Esso Energieprognose '97 – Mehr Strom aus Gas. Hamburg

EU (1991): Richtlinie 91/441/EWG zur Änderung der Richtlinie 70/220/EWG zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen gegen die Verunreinigung der Luft durch Emissionen von Kraftfahrzeugen. In: ABI. Nr. L 242 vom 26. Juni 1991, S. 1

EU (European Commission) (1994): Rat der Europäischen Union: Entschließung 94/C309/01 des Rates vom Oktober 1994 zur Telematik im Verkehr.

EU (1994b): Richtlinie 94/12/EWG über Maßnahmen gegen die Verunreinigung der Luft durch Emissionen von Kraftfahrzeugen und zur Änderung der Richtlinie 70/220/EWG; In: ABI. Nr. L 100 vom 23. März 1994, S. 42

EU (European Commission) (1995): Towards fair and efficient pricing in transport – Policy options for internalising the external costs of transport in the European Union. COM(95)691

EU (European Commission) (1997): Socio-Economic Impacts of Telematics Applications in Transport. Assessment Results from the 1992–1994 Transport Telematics Projects. Synopsis

EUROSTAT (Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften) (1996): Forschung und Entwicklung: Jährliche Statistiken 1996. Brüssel, Luxemburg

FELDHAUS, S. (1997): Verantwortbare Wege in eine mobile Zukunft – Grundzüge der Ethik des Verkehrs. München 1997

FELDT, W. (1997): UVP und nachhaltige Entwicklung. In: UVP-Report 11(2), S. 63–65

FGSV (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen) (Hg.) (1995): Preispolitische Instrumente im Straßenverkehr. Ausgabe 1995, Köln

FONGER, M. (1993): Gesamtwirtschaftlicher Effizienzvergleich alternativer Transportketten – Eine Analyse unter besonderer Berücksichtigung des multimodalen Verkehrs Schiene/Strasse. Beiträge aus dem Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität Münster, Göttingen

FRERICHS, M., GAYEN, J.-T. (1996): Einsatzmöglichkeiten der Satellitenortung. In: Der Nahverkehr 14(9), S. 23–26

FRICKE, E., JANIAK, N. (1996): „Netz 21" – Mehr Verkehr auf die Schiene. In: ETR Eisenbahntechnische Rundschau 45(9), S. 531–534

HACON (HaCon Ingenieurgesellschaft mbH), IVE (Institut für Verkehrswesen, Eisenbahnbau und -betrieb, Universität Hannover) (1996): Kapazitätsreserven der Schieneninfrastruktur im Güterverkehr. Im Auftrag des Deutschen Verkehrsforums Bonn und des Umweltbundesamtes. Berlin, Hannover

HALBRITTER, G., FLEISCHER, T., PASCHEN, H. (1996): Optionen zur Entlastung des Verkehrsnetzes und zur Verlagerung von Straßenverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsträger – Ziele und Methoden eines TAB-Projekts. In: Bechmann, G. (Hg.): Praxisfelder der Technikfolgenforschung – Konzepte, Methoden, Optionen. Frankfurt, New York, S. 267–295

HENTSCHEL, V., AFSHAR, D.S., WIEGAND, A. (1995): Sowohl neue Potentiale als auch weitere Konkurrenz. In: Deutsche Verkehrszeitung 49(116), S. 8.

HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE UND BUNDESANGELEGENHEITEN (1995): Gesamt-Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS).

HEÜSCH, H., BOESEFELDT, J. (1994): Bessere Verkehrsinfomation: Feldversuch mit RDS-TMC. Projektbüro BEVEI, zusammenfassender Schlußbericht

HIPP, E. (1996): Transport und Logistik. In: G. Siegle (Hg.): Telematik im Verkehr. Heidelberg, S. 161–165

HUCKESTEIN, B. (1996): Effizienzbedingungen ökonomischer Instrumente in der EU-Umweltpolitik – Voraussetzungen für den Einsatz von Umweltangaben und -lizenzen auf Gemeinschaftsebene. Beiträge zur Umweltgestaltung A 135. Berlin

HUG, K., MOCK-HECKER, R. (1995): MobiPASS – Versuchsbeschreibung und erste Auswertung. Forschungsinstitut für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung an der Universität Ulm, Technical Report FAW-TR-94024, Ulm

IFO (ifo-Institut für Wirtschaftsforschung) (1995): Vorausschätzung der Verkehrsentwicklung in Deutschland bis zum Jahr 2010. Im Auftrag des Bundesministers für Verkehr. München

INFRAS (INFRAS AG), UBA (Umweltbundesamt) (1995): Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Bern, Berlin

INTRAPLAN (INTRAPLAN Consult GmbH), IVT (Institut für Angewandte Verkehrs- und Tourismusforschung e.V.) (1991): Personenverkehrsprognose 2010 für Deutschland. Forschungs- und Entwicklungsvorhaben 90300/90 im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, München, Heilbronn

ISFORT (Istituto Superiore di Formazione e Ricerca per i Trasporti) (1997): Market Context related to Telematics Applications for Transport. A Study prepared by ISFORT on behalf of DG XIII and ERTICO.

JANECKE, J., VOGEL, S.-O., WESSELS, G., EVERS, H.-H. (1995): Satellitengestützte Ortung und Navigation im ÖPNV. In: Verkehr und Technik 48(8), S. 318–322 (Teil I) u. (9), S. 369–373 (Teil II)

JÜLICH, R. (1996): Beschleunigung contra Rechtsstaatlichkeit? Der Abbau der UVP im Bundesverkehrsplanungsrecht. In: UVP-Report 10(3), S. 112–115, 1996

KAYSER, H.J., LANGE, D., ANDERS, P., PETZOLD, B. (1995): Untersuchungen zur aktuellen Situation der Verkehrsfunknutzer und ihrer Perspektiven für die Zukunft. In: Straßenverkehrstechnik 39(4), S. 155 bis 161

KESSEL+PARTNER VERKEHRSCONSULTANTS (1991): Güterverkehrsprognose 2010 für Deutschland. Forschungsprojekt FE-Nr. 90299/90 des Bundesministers für Verkehr, Freiburg

KLOAS, J., KUNERT, U. (1994): Über die Schwierigkeit, Verkehrsverhalten zu messen. In: Verkehr und Technik 47(3), S. 91–100 (Teil I) u. 47(5), S. 187–197 (Teil II)

KÖHLER, U. (1996): Nahverkehrsplanung und abgeleiteter Nahverkehrsplan, Strukturiertes Angebot – Definition von Konkurrenz-Verkehren. In: Der Nahverkehr 14(10), S. 8–13

KÖHLER, U. (1997): Die Einbindung des Nahverkehrsplans in die Gesamtverkehrsplanung. In: Straßenverkehrstechnik 41(1), S. 26–31

KONHÄUSER, W. (1996): GSM-Weiterentwicklungen und Anwendungen im Verkehr. In: G. Siegle (Hg.): Telematik im Verkehr. Heidelberg, S. 175–191

KÜHNE, R., LANGBEIN-EUCHNER, K. (1996): Modellgestützte Datengewinnung zur Optimierung dynamischer individueller und kollektiver Routenführungssysteme. In: Heureka '96 Tagungsbericht, S. 125–138

KUNZ, A. (1996): Telematik im Straßenverkehr: Eine Chance für die Schweiz und gegen den Verkehrsinfarkt. In: TR Transfer 88(44), S. 22–26

KVV (Karlsruher Verkehrsverbund) (1997): Persönliche Mitteilung

LEVIN, CH., SCHENK, G. (1997): Einsatz neuer Informatiostechnologien aus Sicht öffentlicher Nahverkehrsunternehmen. In: VDI-Berichte 1317, S. 297–318

LUDWIG, D., EMMERICH, H., IN DER BEEK, M. (1994): Erfahrungen mit der ersten Stadtbahn auf Bundesbahngleisen. In: Der Nahverkehr 12(1–2), S. 42–50

LÜERS, H. (1997): Der Bedeutungszuwachs für die Flächennutzungsplanung durch das Bau- und Raumordnungsgesetz 1998. In: Umwelt- und Planungsrecht 17(9), S. 348–353

LUTZ, E. (1994): Land Mobile Satellite Communications. Status and Perspectives. In: Zeitschrift für Satellitengestützte Positionierung, Navigation und Kommunikation 2

MIEBACH, J. (1997): Der gefährliche Weg zur weiteren Spezialisierung. In: Blick durch die Wirtschaft, 27.2., S. 10

MINDERHOUD, M., BOVY, P. (1996): A Dynamic Parking Reservation System (DPRS) for City Centres. In: Tagungsband (CD-ROM) des 3. Annual World Congress on Intelligent Transport Systems, 14.–18.10.96, Orlando/USA

OBERT, G. (1996): Verkehrsinformationen mit RDS/TMC. In: Internationales Verkehrswesen 48(3), S. 10–11

OECD (1997): Evaluating Economic Instruments for Environmental Policy. Paris

PETERS, H. (1997): Die nutzergerechte Gestaltung von Informationssystemen im Fahrzeug – Anforderungen für Design und Prüfung. In: VDI-Berichte 1317, S. 93–103

PETERSEN, R., SCHALLABÖCK, K. O. (1995): Mobilität für morgen. Chancen einer zukunftsfähigen Verkehrspolitik. Berlin

POPP, M. M., FÄRBER, B. (1997): Defizite und Probleme bei Orientierung und Navigation: Fahrtvorbereitung und Orientierungsverhalten von Kraftfahrern in fremden Städten. In: VDI-Berichte 1317, S. 63–74

PROGNOS (Hg.) (1991): Wirksamkeit verschiedener Maßnahmen zur Reduktion der verkehrlichen CO_2-Emissionen bis zum Jahr 2005. Untersuchung im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Basel

PROGNOS (Hg.) (1995): Bedeutung und Umweltwirkungen von Schienen- und Luftverkehr in Deutschland. Studie im Auftrag der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen, der Deutsche Bahn AG, der Deutschen Lufthansa AG und des Deutschen Verkehrsforums, Basel, Bonn

PROGNOS (Hg.) (1996): Energiereport II: Die Energiemärkte Deutschlands im zusammenwachsenden Europa – Perspektiven bis zum Jahr 2020. Eine Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft, Stuttgart

PROTIME (1997): Informationen der Engineering pro Time GmbH Riedering. http://www.protime.de

RATZENBERGER, R. (1997): Finanzleistungen für den öffentlichen Personenverkehr. In: ifo Schnelldienst 14, S.11–22

RENNINGS, K., BROCKMANN, K. L., KOSCHEL, H., BERGMANN, H., KÜHN, I. (1997): Nachhaltigkeit, Ordnungspolitik und freiwillige Selbstverpflichtung – Ordnungspolitische Grundregeln für eine Politik der Nachhaltigkeit und das Instrument der freiwilligen Selbstverpflichtung im Umweltschutz. Heidelberg

RETSCHER, G., KOPPENSTEINER, J.M. (1996): Die Rolle von GPS in europäischen Autonavigationssystemen. In: Vermessungswesen und Raumordnung 58(3+4), S. 186–197

RUNKEL, P. (1997): Zur geplanten Neuregelung des Rechts der Raumordnung. In: Umwelt- und Planungsrecht 17(1), S. 1–9

RUPP, CH. (1996): Beschleunigungsmaßnahmen der Zukunft mit LSA und RBL? In: Verkehr und Technik 49(4), S. 153 ff.

SCHÖNHARTING, J., CSALLNER, A. (1995): Ziele und Erkenntnisse aus dem Projekt Munich-COMFORT. In: Schriftenreihe der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft e.V. (DVWG), Reihe B, Heft B 182, S. 30–53

SHELL (Deutsche Shell AG) (Hg.) (1995): PKW Szenarien: Gipfel der Motorisierung in Sicht. Szenarien des PKW-Bestands und der Neuzulassungen in Deutschland bis zum Jahr 2010. Shell – Aktuelle Wirtschaftsanalysen Heft 9/95. Hamburg

SHELL (Deutsche Shell AG) (Hg.) (1997): Shell-PKW-Szenarien: Motorisierung – Frauen geben Gas. Neue Techniken senken Verbrauch und Emission – Szenarien des PKW-Bestands und der Neuzulassungen in Deutschland bis zum Jahr 2020. Reihe Analysen und Vorträge 2/97, Hamburg

SPANNOWSKY, W., KRÄMER, T. (1998): Die Neuregelungen im Recht der Bauleitplanung aufgrund der Änderungen des BauBG. In: Umwelt- und Planungsrecht 18(2), S. 44–52

SRU (Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen) (1994): Umweltgutachten 1994 – Für eine dauerhaft-umweltgerechte Entwicklung. Stuttgart

SRU (Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen) (1996): Umweltgutachten 1996 – Zur Umsetzung einer dauerhaft-umweltgerechten Entwicklung. Stuttgart

SRU (Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen) (1998): Umweltgutachten 1998 – Umweltschutz: Erreichtes sichern – Neue Wege gehen. Stuttgart

STABU (Statistisches Bundesamt) (1993): Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 1988 (EVS '88) – Aufwendungen für den privaten Verbrauch. Fachserie 15: Wirtschaftsrechnungen, Heft 5, Stuttgart

STABU (Statistisches Bundesamt) (1994): Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 1993 (EVS '93) – Langlebige Gebrauchsgüter privater Haushalte. Fachserie 15: Wirtschaftsrechnungen, Heft 1, Stuttgart

STABU (Statistisches Bundesamt) (1995): Statistisches Jahrbuch 1995 für die Bundesrepublik Deutschland. Stuttgart

STABU (Statistisches Bundesamt) (1996): Statistisches Jahrbuch 1996 für die Bundesrepublik Deutschland. Stuttgart

STABU (Statistisches Bundesamt) (1997): Statistisches Jahrbuch 1997 für die Bundesrepublik Deutschland. Stuttgart

STEIERWALD, G., ZACKOR, H. (1987): Nutzen und Kosten der Verkehrsbeeinflussung. In: Straßenverkehrstechnik 31(2), S. 39–41

STEINER, U. (1996): Umwelt- und planungsrechtliche Fragen neuer Verkehrssysteme. In: Deutsches Autorecht 65(4), S. 121–127

STOA (European Parliament, Scientific and Technological Options Assessement) (1996): Telematics Applications in Urban and Public Transport – An Assessment of the Field Trials". Working Document to the STOA Panel, Luxembourg

STRASSENBAUBERICHT (1996): Straßenbaubericht 1996 – Unterrichtung durch die Bundesregierung. Deutscher Bundestag. Bundestags-Drucksache 13/5850

SUWE, K.-H. (1993): Beitrag der Signaltechnik zu CIR-ELKE. In: Elektrische Bahnen 91(7), S. 211–218

SUZUKI, H., ENYA, T., WATANABE, T., HIRAYAMA, T., HISAMATSU, Y. (1997): 3-Nitrobenzanthrone, a Powerful Bacterial Mutagen and Suspected Human Carcinogen Found in Diesel Exhaust and Airborne Particulates. In: Environmental Science and Technology 31(10/33), S. 2772–2776

TOPP, H.H., KÖRNTGEN, S., GEVATTER, U., THEISS, A., VINCENZI, S. (1994): Parkleitsysteme – Wirksamkeitsuntersuchung und Konzeptentwicklung. Heft V 13 der Schriftenreihe „Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen", Bergisch Gladbach

TÜV RHEINLAND e.V. (1995): Feldversuch 'Autobahntechnologien A 555' – Ergebnisse und Vorschläge. Studie im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Projekt-Nr. FP 9.93906F1, Köln

UBA (Umweltbundesamt) (1994): Verminderung der Luft- und Lärmbelastungen im Güterverkehr 2010. Berichte des Umweltbundesamtes Nr. 5/94, Berlin

UBA (Umweltbundesamt) (1995): Jahresbericht 1995. Berlin

UBA (Umweltbundesamt) (1997a): Nachhaltiges Deutschland – Wege zu einer dauerhaft-umweltgerechten Entwicklung. Berlin

UBA (Umweltbundesamt) (1997b): Daten zur Umwelt – Der Zustand der Umwelt in Deutschland – Ausgabe 1997. Berlin

UBA (Umweltbundesamt) (1998): Persönliche Mitteilung

UN/ECE (United Nations/Economic Commission for Europe) (1988): ECE Critical Levels Workshop. Report from a workshop held at Bad Harzburg, Germany, 14.–18. March 1988, Berlin

UN/ECE (United Nations/Economic Commission for Europe) (1992): Critical levels of air pollutants for Europe. Background papers prepared for the UN/ECE Workshop on Critical Levels in Egham, U.K., 23.–26. March 1992, London

UN/ECE (United Nations/Economic Commission for Europe) (1993): Critical levels for ozone. Report from a UN/ECE workshop held at Bern, Switzerland, 1.–4. November 1993. Schriftenreihe der FAC Liebefeld 16, Liebefeld/Bern

UN/ECE (United Nations/Economic Commission for Europe) (1996): Critical levels for ozone in Europe: testing and finalising the concepts. Report from a UN/ECE workshop held in Kuopio, Finnland, 15.–17. April 1996, Kuopio

UBA/ICP (1995): Deutsche Aktivitäten in den „Internationalen Kooperativprogrammen" des UN/ECE-Luftreinhalteübereinkommens im Rahmen der Wirkungsuntersuchungen. Gemeinsamer Bericht der nationalen Koordinierungszentren, Berlin

VDA (Verband der Automobilindustrie) (1996): Auto 1996. Jahresbericht des Verbands der Automobilindustrie, Frankfurt

VDV (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen) (1996a): Jahresbericht 1995. Köln

VERKEHRSMINISTERIUM BADEN WÜRTTEMBERG (1995): Generalverkehrsplan Baden-Württemberg 1995. Stuttgart

VERWEY, W.B. (1996): Evaluating Safety Effects Of In-Vehicle Information Systems (IVIS). TNO-Report TM-96-C086, TNO Human Factors Research Institute Soesterberg

WAGNER, D. (1997): Verkehrsverlagerung: Restriktive Maßnahmen im Individualverkehr. In: Straßenverkehrstechnik 41(5), S. 309–319

WIJSENBEEK, F. (1996): Bericht über das Grünbuch der Kommission zum Thema „Das Bürgernetz: Wege zur Nutzung des Potentials des öffentlichen Personenverkehrs in Europa" (KOM(95)0601 – C4–0598/95). Europäisches Parlament, Ausschuß für Verkehr und Fremdenverkehr (A4–0289/96)

WUPPERTAL BULLETIN (1997): FÖS: Neuer Weg zum ÖSR. In: Wuppertal Bulletin zur ökologischen Steuerreform 3(3), S. 12–13

ZUMKELLER, D., FUNKE, U., REKERSBRINK, A., SEITZ, H. (1993): Wirkungen von europaweit geförderten Verkehrstechnologien auf Verkehrs- und Städtebau. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, München, Bonn





Druck: Bonner Universitäts-Buchdruckerei, 53113 Bonn
Vertrieb: Bundesanzeiger Verlagsgesellschaft mbH, Postfach 13 20, 53003 Bonn, Telefon: 02 28/3 82 08 40, Telefax: 02 28/3 82 08 44
ISSN 0722-8333